TRATADO DE LA MONTEA
Y
CORTES DE CANTERIA

SEGUNDA IMPRESSION.

CORREGIDA, Y ENMENDADA DE muchos yerros de Impresſion, y Laminas, como lo verà el curioſo.

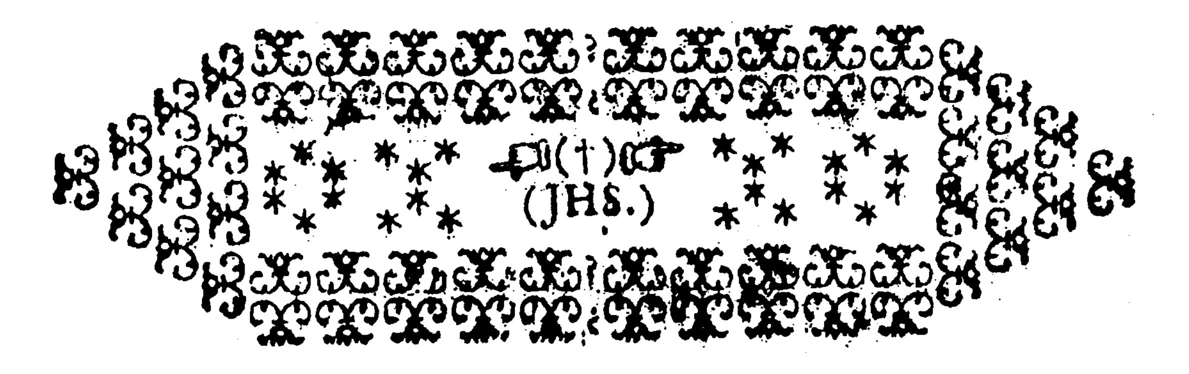
DEDICADO

AL EX.mo SEñOR CONDE DE ARANDA, &c.

CON PRIVILEGIO.

En Madrid: En la Imprenta de Antonio Marin. Año 1727.

Se hallarà en la Libreria de Juan de Moya, frente de las Gradas de S. Felipe; y en Caſa de D. Jayme Marquès, vive en el Santo, y Real Monte de Piedad de eſta Corte.



TRATADO XV.

DE LA MONTEA, Y CORTES DE CANTERIA.



OMPREHENDE este Tratado lo mas sutil, y primoroso de la Architectura, que es la formacion de todo genero de arcos, y Bovedas, cortando sus piedras, y ajustandolas con tal artificio, que la misma gravedad, y peso, que las avia de precipitar àzia la tierra, las mantenga constantes en el ayre sustentandose las vnas à las otras, en virtud de la mutua complicacion que las enlaza, con que cierran por arriba las Fabricas con toda seguridad, y firmeza. Juzgo serà materia de mucha vtilidad para los Maestros de Architectura, y Canteria, por comprehender todo lo concerniente à entrambas Artes. Và distribuida para mayor claridad en cinco Libros; el primero, serà de los principios fundamentales de todo el Tratado; el segundo, tratarà de

los Arcos, y Bovedas cilindricas. El tercero, de las Conicas: El quarto, de las Esphericas, y del concurso de diferentes Bovedas: El quinto, de las Espirales, y de otros irregulares generos de bueltas.

LIBRO I.

DE LOS FUNDAMENTOS DEL Arte de Montea, y Canteria.

DEFINICIONES.

1. LOS *Arcos* que adornan, y sustentan los edificios; y las *Bovedas* que les cubren, y cierran, no son otra cosa, si bien se consideran, que vnos cortes, secciones de Cilindros, ò Espheras, ù de otros solidos concavos, hechas por planos verticales, ò orizontales, rectos, ò obliquos: de que resulta la gran diversidad de sus especies, que explicarèmos en su lugar.

2. Las piedras de que se componen los Arcos, y Bovedas, imitan la forma de vna cuña, como se vè en la *figura* 1. Constan de seis superficies, de las quales la interior IM, es concaba, y se llama, *Dovela interior*: su opuesta FGH, es convexa, y se llama, *Dovela exterior*: La superficie FM, que suele ser vertical, se llama, *Paramento, y Cara anterior*; y su opuesta IH, *Paramento, y Cara interior*: las otras dos superficies FI, MH, se llaman, *Lechos, ò Juntas*, por juntarse, y servir de lechos las de vnas piedras para las otras. La superficie sobre quien asienta, y ajusta otra se suele especialmente llamar, *Lecho*; y la que asienta sobre ella, *Sobrelecho*. La piedra que està en medio

dio de vn arco, ò boveda, se llama *Clave*: y las primeras à vno, y otro pie: *Incumbas, ò Boisones.*

3. Para cada superficie de las sobredichas, se puede hazer su *Plantilla*, que no es otra cosa, que vna tabla, ò plancha cortada con los mismos angulos, y figura, que ha de tener la sobredicha superficie de la piedra, para que puesta sobre ella, se le dè aquella misma disposicion, y figura quitando todo lo superfluo: el modo de cortar las plantillas, no solo para los arcos, y bovedas, si tambien para otros qualesquiera cuerpos de Architectura, se colegirà de lo que despues diremos.

4. *Cimbra, ò Cerchon*, es la tabla, ò tablas de madera, cortadas con la misma concavidad del arco, ò boveda, que sirven de exemplar, y pauta para su formacion.

5. *Gnomon, ò Esquadra*, es vn instrumento bien conocido, compuesto de dos reglas, que forman vn angulo recto.

6. *Gnomon movible, ò Saltarella*, es vn instrumento compuesto de dos reglas movibles sobre vn punto à modo de compas, con el qual se toma qualquier angulo, y se passa à las piedras, en quienes se executa.

7. *Regla Cercha, ò Baivèl*, es vna tabla cortada, de suerte, que forme vn angulo mixtilineo igual al que hazen los lechos de las piedras de vn arco con la superficie concaba del mismo: de que se hablarà varias vezes. No me detengo en explicar los demàs instrumentos de que necessitan los Architectos, y Canteros, como son *Nivèl, Pico, Escoda, Zinzel, y Tallantes*, por ser bien conocidos.

8. *El vestigio, ò Ichnographia orizontal* de qualquiera magnitud puesta, ò imaginada en el ayre, es aquella figura que tendria su sombra en el plano orizontal, causada de los rayos del Sol, puesto perpendicularmente sobre dicha magnitud: De que se colige formarse dicha Ichnographia tirando perpendiculares al orizonte de las extremidades, y angulos de la sobredicha magnitud: porque los rayos del Sol, que la formarian, serian perpendiculares

al orizonte, y paralelos en sì sensiblemente por la gran distancia del Sol.

9. *Vestigio vertical*, es el que se formaria en vn plano vertical con los rayos del Sol puesto en el orizonte, los quales serian perpendiculares al plano, y paralelos entre sì, y con el orizonte.

PROP. I. Theorema.

La Ichnographia orizontal de vna linea recta puesta en el ayre, y paralela al orizonte, es tambien linea recta igual, y paralela à la sobredicha. fig. 1.

LA recta AB se considera en el ayre, y paralela al suelo orizontal: Digo, que su Ichnographia orizontal CD es paralela, è igual à AB.

Demonstr. Las rectas AC, BD, que forman la Ichnographia (def. 7.) son perpendiculares al suelo orizontal: luego tambien lo son à la AB; y por consiguiente son entre sì paralelas; y siendo AB paralela al orizonte, son tambien AC, y BD iguales: luego la Ichnographia, ò linea CD, que las junta, serà (33. 1. Eucl.) igual, y paralela à la AB.

Por la misma razon la Ichnographia vertical de vna linea recta perpendicular al orizonte es igual, y paralela à dicha linea.

PROP. II. Theorema.

La Ichnographia orizontal de vna linea recta inclinada al orizonte, es vna linea recta menor que la sobredicha. fig. 1.

SEa la recta AE inclinada àzia el orizonte, digo, que su Ichnographia orizontal CD es menor que la linea AE: la razon es, porque (1.) la Ichnographia CD, que lo es tambien de la AB, por suponerse entrambas en vn mismo plano vertical, es igual à AB; y siendo AB menor que AE, por oponerse à menor angulo en el triangulo ABE, serà tambien CD menor que AE.

PROP.

PROP. III. Theorema.

Las lineas paralelas , è iguales que estàn en diferentes planos verticales , tienen sus Ichnographias iguales , y tambien paralelas. fig.2.

LAs dos lineas AB , CD son paralelas , è iguales , y estàn en diferentes planos verticales : Digo , que sus Ichnographias EF , GH son tambien paralelas , è iguales. Tirense los perpendiculares , que forman sus Ichnographias , y tomese la GK igual à FD ; y en el plano GA tirese la KI paralela à CD , y à la AB ; y juntense las CI, DK.

Demonstr. Las DF , KG son por construccion iguales, y por ser perpendiculares al mismo plano orizontal , son tambien paralelas : luego las DK , FG , que las juntan, son tambien paralelas , è iguales : y por la misma razon son las paralelas AB , IK iguales ; y assimismo las CI , DK seràn paralelas , è iguales , por serlo las CD , IK à quienes juntan : luego siendo la DK paralela al orizonte , tambien lo serà CI : luego la EH , que està en el mismo plano que la CI , y està en el orizonte , serà tambien igual , y paralela à la CI : luego las EH, FG son paralelas, è iguales: y por consiguiente las Ichnographias EF , GH , que las juntan , son paralelas , è iguales.

Dixe en la Proposicion , que *las paralelas , è iguales, que estàn en diferentes planos verticales , tienen sus Ichnographias paralelas , è iguales* , porque si estàn en vn mismo plano vertical , como las AB , IK , tienen por Ichnographia la linea HG solamente : como tambien las AB , ML, tienen las Ichnographias HG , ON iguales ; pero que concurren formando vna misma linea , como es por sì manifiesto.

PROP. IV. Theorema.

Si las lineas paralelas al orizonte forman angulo, sus Ichnographias orizontales formaràn el mismo angulo. fig. 2.

SEan las lineas DK, KI paralelas al orizonte, y formen qualquiera angulo K: Digo, que sus Ichnographias orizontales HG, GF forman el angulo G igual al angulo K. *Demonstr.* (1.) la Ichnographia HG es paralela à la recta IK: y la GF, à la KI: luego (10. 11. Eucl.) el angulo G es igual al angulo K.

COROLARIOS.

1. *LA Ichnographia orizontal de qualquiera polygono paralelo al orizonte es igual, y semejante al sobredicho polygono: por tener sus lados, y angulos iguales à los del polygono. Lo mismo es en los circulos, Elypses, y otras qualesquiera figuras curvilineas, por ser polygonos de infinitos lados.*

2. *Las lineas que forman angulo, y estàn en vn mismo plano vertical, tienen sus Ichnographias orizontales concurrentes en vna misma linea. Consta de la Proposicion 2. donde se vè que las lineas AB, AE, fig. 1. que forman el angulo A, y estàn en vn mismo plano vertical, tienen por comun Ichnographia la recta CD.*

3. *Qualquiera polygono, cuyo plano fuere vertical, tiene por Ichnographia orizontal vna linea recta. Assimismo el circulo, ò Elypse vertical tiene por Ichnographia orizontal vna linea recta igual à su diametro: consta de lo dicho; pero si sus planos fueren inclinados, serà su Ichnographia diferente tanto quanto fuere mayor, ò menor su inclinacion.*

4. *Todo lo que se ha dicho hasta aora de la Ichnographia orizontal, se ha de entender tambien de la vertical, siendo la disposicion de las lineas, y planos respecto del plano vertical, semejante à la que se ha considerado respecto del orizontal.*

PROP. V. Problema.

Dadas tres plantillas, que juntas formen vn angulo solido, hallar las inclinaciones de sus planos.

MOdo 1. Juntense las tres plantillas, de suerte, que formen el angulo solido: y con la Saltarella se toma-

tomaràn los angulos que forman vnas con otras, que son sus inclinaciones: como si en la figur. 5. se juntan las plantillas AB, KL, BF, de suerte, que formen el angulo solido B: se tiraràn las perpendiculares EC, CO, à la comun seccion BL, y ajustando los brazos de la saltarella à estas perpendiculares, se sabrà el angulo ECO de la inclinacion, que se pretende.

Modo 2. Geometrico. En la fig. 3. los planos AB, AC, AD, se han de juntar para que formen el angulo solido A: pidese el angulo de inclinacion que tendrà el plano AD con AC; y en el mismo AD con AB.

Operacion. Juntense, ò descrivanse los tres planos en vn mismo plano, de modo, que se vnan, y convengan en los lados AN, AM: hecho esto de los puntos E, y F, tirense las EG, FH, perpendiculares à dichos lados, que se proseguiràn hasta que concurran en I; del punto I, con el intervalo HF, se harà el corte K, y tirando la IK, el angulo HIK, serà el de la inclinacion de los planos AC, AD: y assimismo si con el intervalo GE, se haze desde I el corte L en el lado AN prolongado, serà el angulo LIG, el de la inclinacion de los planos AB, AD.

Demonstr. Imaginese que los planos AC, AB, se muevan bolviendose sobre las AM, AN, hasta que AF, AE, se junten en vna misma linea; y los puntos E, y F, en vn mismo punto; de que se seguirà, que las EG, GI, doblandose formaràn angulo en G; como tambien las FH, HI en H. Lo qual se percibirà claramente haziendo la figura en papel à parte, y cortandola de suerte, que doblando el papel por las lineas AM, AN, venga à juntarse AF con AE: donde se verà, que si del punto E, y F, (que se hazen vno) se tira vna linea al punto I, serà perpendicular al plano AD; y se prueba aver de ser assi, porque la NG es perpendicular à las EG, GI: luego (4. 11. Eucl.) es perpendicular al plano del triangulo EGI, que se formarà con el dicho doblamiento; y por consiguiente, el plano AD, que passa por las lineas NG, GI, es perpendicular al plano del triangulo EGI; y este à aquel: por lo misma razon es el plano del triangulo FHI perpendi-

cular al mismo plano AD: luego (19.11. Eucl.) la linea EI, ò FI, que es la misma, es perpendicular al dicho plano AD: con que el triangulo FIH, es rectangulo en I; y por consiguiente, el angulo FHI, es la inclinacion de los planos AC, AD: este, pues, digo ser igual al angulo HIK; porque los triangulos FIH, IKH, son totalmente iguales, por tener el lado IH comun; y los lados IK, FH, iguales por construccion; y los angulos comprehendidos iguales por ser rectos: luego los angulos IHF, HIK son iguales, que es lo que se pretende. De la misma suerte se demonstrarà ser iguales los angulos IGE, LIG.

PROP. VI. Problema.

Dados los lados de vn paralelogramo, y en vno de ellos el punto en que cae la perpendicular tirada de la extremidad del otro, perficionar el paralelogramo. fig. 4.

SEan dados los lados NP, y X de vn paralelogramo; y el punto Q, en que viene à caer la perpendicular tirada de la extremidad del otro lado: pidese se perficione el paralelogramo.

Operacion. Del punto dado Q, levantese la perpendicular QM, larga à discrecion: tomese con el compas la linea X, y haziendo centro en N, con la dicha distancia cortese la perpendicular en M; y tirando la NM, perficionese el paralelogramo, haziendo la MO igual, y paralela à NP, y tirando la OP. Es tan claro, que no necessita de demonstracion.

PROP. VII. Problema.

Modo primero de formar, y cortar las piedras. fig. 5.

LOS Maestros de Canteria tienen dos modos de cortar las piedras; el primero mas facil, y ordinario es el que se vale de las Plantillas cerchas, Bayveles, y Saltarelia, con que forman los planos, y superficies de las piedras, dandoles los debidos angulos de inclinacion, y es como se sigue.

Su-

Supongamos se ha de trabajar la piedra de la figur. 5. para vn arco, cuyas tres plantillas se suponen yà cortadas. 1. Trabajese la superficie DB, aplicandole su propria plantilla, y aunque esta superficie ha de ser curva, por pertenecer à la dobela interior del arco, pero conviene se haga primero plana: 2. Señalese con lapis la EC perpendicular à la BL, y assimismo la CO perpendicular à la misma BL: abrase vna regata en la piedra siguiendo la CO; y tomando con la Saltarella el angulo de inclinacion que ha de tener el plano LM, con el plano DB, segun le dà la plantilla de la cara AB, se ajustarà el vn pie de dicho instrumento sobre la linea EC, y el otro en la regata CO, la qual se profundarà, segun fuere menester, hasta que los pies de la Saltarella se ajusten perfectamente el vno sobre EC, y el otro sobre CO: hecho esto, quitese de la piedra todo lo superfluo, hasta que la superficie LM, quede bien llana, de suerte, que no quede vestigion de la regata CO; y con esto quedarà concluida esta superficie, y de la misma manera se trabajarà la otra AD su correspondiente.

3. Para trabajar la superficie AB: tirese con lapis la GH perpendicular à la KB, y assimismo la HI perpendicular à la misma KB, y se abrirà como antes vna regata HI, y tomando de las plantillas el angulo que han de formar los planos AB, KL, se ajustaràn sus dos brazos, el vno sobre GH, y el otro en la regata HI, que se profundarà hasta que el angulo de la Saltarella ajuste perfectamente con el de la piedra, y cada brazo de aquella con cada superficie de esta, y allanando toda la superficie KM, hasta que desaparezca la regata quedarà concluida la sobredicha superficie; y de la misma suerte se trabajarà su opuesta DF. Ultimamente con el segmento de circulo S, cuya curvatura se supone ajustada à la de la cimbria, ò cerchon del Arco; se formarà la concavidad de la superficie DB, que se hizo plana para facilitar la operacion. Suelese ordinariamente trabajar esta superficie concaba de DB, formando en vna tabla como X, el angulo mixtilineo, ajustado al mixtilineo AKB, que ha de tener la pie-

piedra; llamase dicha tabla, *Regla Cercha, ò Baivèl.*

Adviertase, que aviendose trabajado los lechos ML, y AD, se puede trabajar la superficie AB, aplicando solamente sobre ML, su propria plantilla, por dàr esta el angulo MBL; y no serà menester buscar el angulo IHG, por la saltarella, y se escusarà la operacion puesta en el num. 3.

PROP. VIII. Problema.

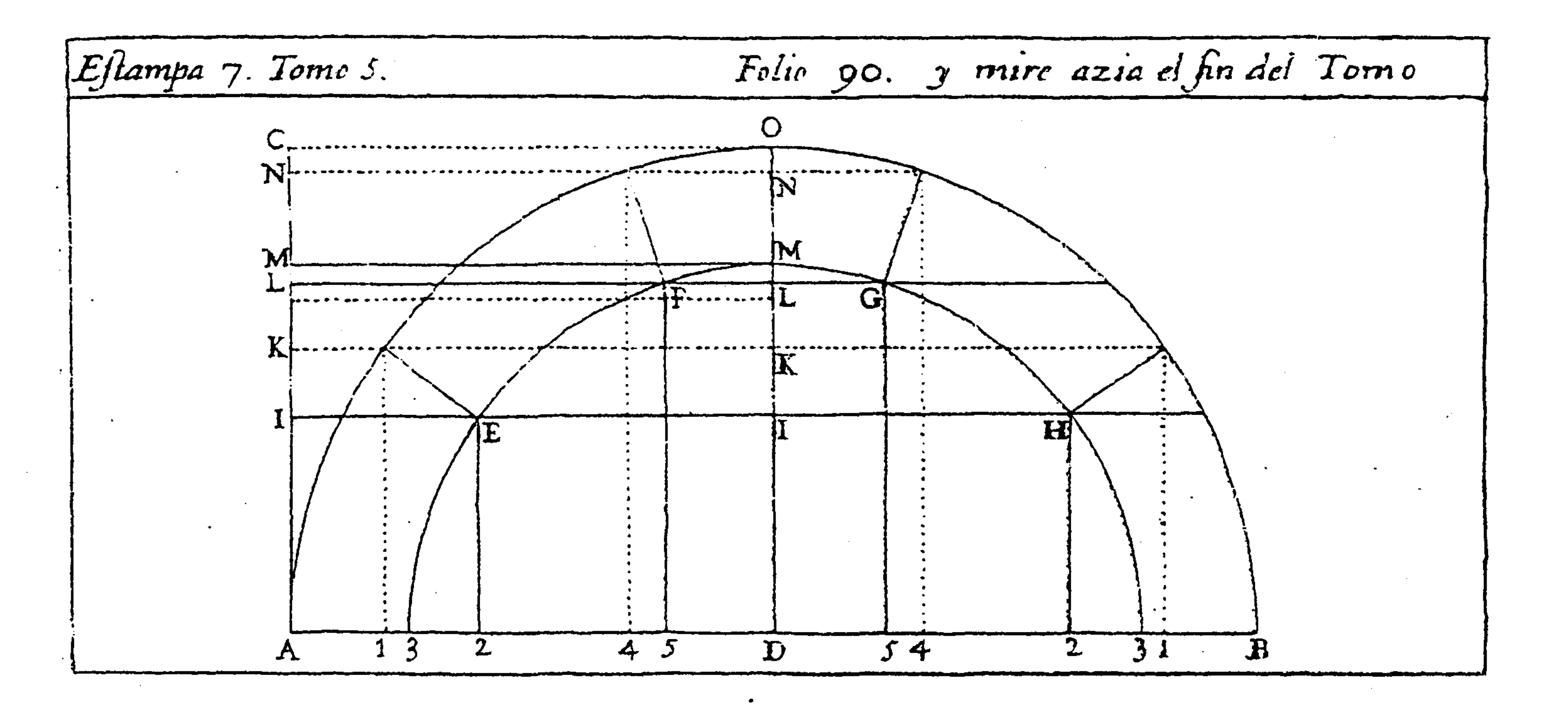
Modo segundo de formar, y cortar las piedras. fig. 6.

ESte segundo modo de cortar las piedras vsa de quadriculas, y robos; y aunque es mas ingenioso que el primero, pero tiene mas dificultad, desperdicia mucha piedra, y porque raras vezes sera menester ponerle en practica, resumirè en breve su explicacion. Sea, pues, (fig. 6.) la plantilla ABCD, para la frente de la piedra que se ha de formar que supongo sea vertical; y tirando la orizontal GH, se baxaràn los perpendiculos de los angulos, y quedarà formada su Ichnographia en la linea GKAH. Supongo tambien, que la Ichnographia orizontal de la piedra, formada con las perpendiculares que baxan de sus angulos, sea el paralelogramo GE.

Operacion. Cortese en la piedra OM la superficie plana OYLN, igual, y semejante à la Ichnographia GE: cortese tambien la superficie plana OZ, à esquadra con la primera: levantese la perpendicular OP, igual à la GD; y tomando QX, igual à GK, se levantarà la perpendicular XS, igual à KC; y en ella se señalarà XT, igual à KI: assimismo se harà la OV, igual à GA; y la perpendicular Y&, igual à HB: y se tendrà la figura PS&V, igual, y semejante à la plantilla ABCD: hagase lo mismo con todo cuidado en la superficie de la piedra opuesta à la OS; y cortando à la larga en toda la piedra los segmentos POV: &VY, quedarà perfecta la piedra como se deseaba.

Algunas dificultades se pueden ofrecer en esta practica, que si fuere menester se explicaràn en su lugar.

PROP.


Eſtampa 7. Tomo 5.
Folio 90. y mire azia el ſin del Tomo
C
O
N
N
M
M
L
F
L
G
K
K
I
E
I
H
A
1
3
2
4
5
D
5
4
2
3
1
B

PROP. IX. Problema.

Descrivir la Ichnographia assi orizontal, como vertical del Arco fundamental. fig. 7.

LLamo *Arco fundamentnl, ò principal*, al que consta de vn semicirculo entero, que tambien suelen llamar los Architectos, *Arco de medio punto.* Este arco, y sus Ichnographias sirven como de fundamento para la delineacion de otros muchos generos de Arcos, y Bovedas, como se verà en el discurso de este Tratado, y por esso con razon se le dà el nombre de *Principal, ò fundamental*: Su descripcion es bien sabida: hazese en la forma siguiente.

Sobre la recta AB se ha de descrivir vn arco circular, ù de medio punto. *Operacion.* Dividase por medio en D, y haziendo centro en D, con el intervalo DA hagase el semicirculo AOB, que serà la Dobela exterior del arco: cortese la A 3. igual à la craficie del arco, y con la distancia D 3. hagase el semicirculo 3M3. y serà la Dobela interior. Dividase este semicirculo en algunas partes iguales; pero impares, para que no venga juntura en el medio, sì que estè alli entera la Clave, ò Tholo FOG: Del centro D tirense por dichas divisiones lineas rectas de la vna Dobela à la otra: y estas seràn las junturas de las piedras; y con esto quedarà descripta la frente del arco.

La *Ichnographia orizontal* se harà en la forma siguiente: De los puntos de las divisiones hechas assi en la Dobela interior, como en la exterior, tirense perpendiculares al diametro orizontal AB: las que baxan de la Dobela exterior son de puntos para mayor distincion de las que descienden de la interior: con esto quedarà en la linea AB hecha la Ichnographia orizontal de la frente del arco, y de todas las junturas de sus piedras, como consta de el Corolario 3. despues de la Prop. 4. donde se vè claramente, que por los puntos de esta Ichnographia han de passar las lineas que terminan el vestigio orizontal de las junturas, ò lechos de las piedras.

La *Ichnographia vertical* se descrive tirando por las me-

por la otra guardàre su buelta, ò curvatura, se llamarà *Capialzado.*

6. Quando la primera piedra, ò los primeros ladrillos de vno, y otro pie del arco asientan à nivèl, y sobre plano orizontal, se dize *mover el arco de quadrado, ù orizontalmente*; pero quando asientan sobre plano inclinado, se dize *mover de Salmer, ù de plano inclinado.*

7. Assi las juntas de las piedras como las hiladas de los ladrillos de que constan los arcos se encaminan àzia alguno, ò algunos puntos determinados: y esta direccion se llama *Tirantez del arco.*

8. *Cintrel*, es vn hilo, ò vara que se asienta en el punto àzia donde vàn las tirantezes del arco, y sirve para labrarle, de suerte, que en qualquier parte observe su propria tirantez.

9. En las bovedas se distinguen tambien las mismas especies que en los arcos; y assi son, ò *Semicirculares, ù de medio punto*: *Escarzanas*: *Elypticas rebaxadas, ù de cordel, ù de punto levantado.* Y à mas de esto, de los encuentros de sus cañones, y mixtura de sus monteas resultan otras de que se tratarà mas adelante.

10. *Basa de vn arco, ò boveda*, es el plano vertical, ò quasi vertical, que tiene la misma figura del arco, ò boveda: y assi la basa de vna boveda, ò arco semicircular es vn semicirculo vertical; la de la boveda, ò arco Elyptico es vna media elypse vertical; y assi de los demàs. De que se colige averse de considerar dos basas en qualquiera arco, que son los terminos de su profundidad, ò craslicie: y assimismo en qualquiera bovedad, que son los terminos de su cañon: y la distancia que ay de vna basa à la opuesta es la *longitud del cañon de la boveda.*

11. *Exe de vn arco, ò boveda*, es la linea recta que passa del centro de vna basa al centro de la otra opuesta, corriendo à lo largo todo el cañon.

12. Concibese resultar el cañon de vna beveda, ù arco, del movimiento que haze vn plano igual, y semejante à su basa, corriendo su centro por el exe de dicho arco, ò boveda: de que se colige, que si dicho exe es per-

pen-

pendicular al plano de la basa, todas las lineas paralelas al exe, tiradas tanto en la superficie concaba, como en la convexa, seràn perpendiculares à la basa; y si el exe fuere obliquo à la basa, tambien lo seràn todas las sobredichas paralelas: con que siendo el exe perpendicular à la basa, la Boveda, y Arco seràn *rectos*; pero si fuere obliquo, seràn *obliquos*.

CAPITULO I.

DE LOS ARCOS, Y BOVEDAS CILINDRICAS regulares, tanto rectas, como obliquas.

TOdo lo que en este Libro se dixere de los Arcos Cilindricos, se ha de entender tambien de las Bovedas Cilindricas, pues solo se diferencian estas de los Arcos en estenderse à mayor longitud. Explicarè, pues, en este Capitulo el modo de trazar, y fabricar todo genero de Arcos cilindricos, assi rectos, como obliquos; pero sin que en ellos concurra irregularidad alguna de las muchas que pueden concurrir, y que explicarè en el Capitulo siguiente; y porque los Arcos, y Bovedas se pueden fabricar ù de piedra, ù de ladrillo de rosca, ò tabicado, proponrè las reglas que se deben observar en qualquiera caso de los sobredichos.

PROP. I. Problema.

Trazar, y fabricar el Arco recto semicircular, ù de medio punto.

EL modo de trazar este Arco de medio punto, es bien facil, pues solo consiste en descrivir dos semicirculos; vno para la dobela interior, ò concaba; y otro para la exterior, ò convexa; y en encaminar, y dirigir sus tirantezes al centro que sirviò para su descripcion, como queda dicho en la prop. 9. lib. 1. Este Arco es muy perfecto, y seguro con que lleve los competentes estrivos para

ra

ra reſiſtir ſus empujos, como deſpues dirè; y ſu buelta empieza à mover de quadrado, ò plano orizontal.

Para fabricar aſsi el Arco ſemicircular, como todos los demàs, ſe harà primeramente ſu cimbria, ò cerchon, que para eſte es bien facil, por no ſer mas que vn ſemicirculo de madera ajuſtado à la buelta, ò dobela interior. Puedeſe fabricar el Arco de Albañileria, ù de piedra: ſiendo de Albañileria, ò es tabicado, que ſolo ſirve para falſeado, y apariencia, ù de ladrillo de roſca; ſi es tabicado ſe iràn juntando, y vniendo los ladrillos por ſus lados ſiguiendo la cimbra, ò cerchon; y no ha meneſter mas habilidad. El de ladrillo de roſca, hecho con buen yeſſo es muy fuerte, y en ſu fabrica ſe obſervarà lo ſiguiente: 1. ſe ha de cuidar que las hiladas ſean nones para que la clave no venga en junta. 2. ſe fixarà el Cintrel en el centro del Arco, con el qual ſe dirigiràn las tirantezes de ſus hiladas perfectamente àzia el centro: las quales ſe han de ir echando igualmente à vno, y otro lado del Arco, cuidando vaya delantero el grueſſo del tendel en cada hilada: lo que ſe continuarà haſta que quede cerrado, y concluído el Arco.

Si ſe ha de fabricar de Sillares, ſe obrarà como ſe ſigue: Supongamos, que ſobre la recta AB. (fig.8.) ſe ha de formar vn arco circular recto. Deſcripta primero ſu frente, è Ichnographia, como ſe dixo en la propoſ.9. lib.1. ſe tirarà la AR, igual à la latitud del arco, ò craſicie de la pared: tireſe aſsimiſmo BO, igual, y paralela à la AR; y junteſe la RO, y de cada punto de la diviſion de la AB: tirenſe paralelas à la miſma AR, y en el rectangulo RB, quedarà formada la entera Ichnographia del arco. Hecho eſto, corteſe la plantilla de vn paramento, ò frente de vna piedra, por exemplo de la AE, (fig.7.) y ajuſtandola ſobre la piedra, ſe trabajarà eſta ſuperficie; y formada eſta, ſe formaràn las de los lechos con ſola la eſquadra, por ſer en eſte arco perpendiculares à le frente: con ſola la plantilla ſobredicha ſe trabajaràn las demàs piedras ſin que ſean meneſter mas plantillas por la igualdad, y vniformidad que guarda eſte arco en todas ſus piedras; y ſus dobelas ſe

mol-

moldearàn con toda seguridad, y acierto con el Baivel X. *Esto mismo se observarà en la fabrica del cañon seguido de Boveda semicircular, y recta, por la razon dicha arriba.*

Si se quisiere formar tambien plantilla para los lechos, se harà vn rectangulo perfectamente igual, y semejante al rectangulo AR33. (fig.8.) y este serà la plantilla para todos los lechos, y sobrelechos.

Tambien si se quisiere cortar plantilla para la dobela interior, se formarà vn rectangulo, que tenga por vn lado la misma AR; y por otro lado, la cuerda, ò subtensa de la porcion del arco 3E, fig.7. que le toca à aquella piedra con esta plantilla se trabajarà plana la dobela interior, à quien se le darà despues la curvatura, ò vsando de la porcion de circulo de madera ajustado à la cimbra, segun dixe en la prop.7. lib.1. ò con la plantilla del paramento, ò regla cercha, ò Baivel.

En la misma forma que aqui se ha dicho, se trabajaràn las piedras en los demàs generos de arcos rectos, sean elypticos, ù de cordel, ò Escarzano, ù de pies iguales, &c. Porque teniendo la plantilla, ò exemplar de la frente con sola la Esquadra, se trabajaràn las demàs superficies; pero con esta diferencia, que en el arco circular sea de medio punto, ò Escarzano, singularmente si este mueve de Salmer, como es razon, las mismas plantillas de la primera piedra, sirven para todas las demàs: lo que no puede ser en los arcos de cordel elypticos, ni en los Degenerantès, ni de pies desiguales, como por si es manifiesto, y verèmos en las proposiciones siguientes.

PROP. II. Problema.

Descrivir, y fabricar el arco Escarzano. fig.9.

EL arco Escarzano se acostumbra poner sobre las puertas, y ventanas para cerrarlas con mayor seguridad por arriba. Su descripcion es la siguiente: Sea MN el ancho de la puerta, ò ventana sobre què se ha de fabricar el arco: con la distancia MN, haziendo centro en M, y N, descrivanse dos pequeños arcos que se cruzaran en O, y tirando las ONP, OMR, largas à discrecion con la

distancia OM, haziendo centro en O, descrivase el arco MN, que serà la dobela interior; y cortando la MR igual à la crasicie del arco, desde el mismo punto O, con la distancia OR, se harà el arco RP, que serà la dobela exterior, y quedara trazado el arco Escarzano.

Su fabrica es la siguiente: porque este arco mueve de Salmer, como consta de su descripcion, lo primero de todo se fabricarà dicho Salmer à vna, y otra parte: prolonguese, pues, la MN àzia Q: y, ajustando la saltaregla al angulo PNQ, se labraràn con ella los Salmeres: si fueren de piedra se les darà con dicha saltaregla el angulo PNQ: y si se fabricaren de ladrillo puesto el vn pie de dicho instrumento orizontalmente, de suerte, que ajuste sobre la NQ, el otro darà la NP; y en cada hilada de ladrillo se irà el Artifice retirando, y con esso guardarà la inclinacion NP.

Hechos los Salmeres, se fabricarà el arco guardando las mismas reglas que dimos en la Propos. antecedente para el de medio punto: esto es, que si ha de ser de ladrillo de rosca, sean las hiladas nones: y se vayan dirigiendo con el cintrel, que se ha de fixar en el punto O, llevandole siempre delantero, y ganando en la dobela superior lo que el mismo demuestra. Si el arco ha de ser de piedras sillares, se cuidarà sean nones: y hecha la plantilla para la primera piedra, se trabajaràn con ella, y con la Esquadra todas sus superficies, y con el Baivèl X, las dobelas: y como todas las piedras sean semejantes, è iguales, no se necessitarà para ellas de otra plantilla, como dixe en la Prop. passada.

El P. Dechales trat. 14. lib. 1. Propos. 9. reprueba este genero de arcos diziendo vsan de èl los imperitos: y señala dos causas; la primera, porque ofende à la vista por no formar, como es cierto, las primeras piedras angulos rectos con la subtensa, ò cuerda MN; la segunda, porque las piedras del medio, y mas superiores rempujan con mayor facilidad à las inferiores: y estas tienen menos resistencia contra aquellas. Pero aunque este arco incurra en estos inconvenientes, suponiendo como supone el P. Dechales, que empiece moviendo de quadrado, ò orizon-

zontalmente; pero cesan todos moviendo de Salmer, mientras que dicho movimiento quede manifiesto; pues assentando las primeras piedras sobre dicho Salmer, haze la misma vista, y tiene la misma firmeza que la porcion EMH del Arco de medio punto (fig. 7.) *como es evidente; pero quedando oculto el Salmer, como es forçoso en las Bovedas, haze muy mala vista por ser principio general comprovado con la experiencia que todas las Bueltas han de formar angulos rectos con la cuerda de su concavidad, insistiendo sobre dicha cuerda perpendicularmente, como advierte bien el Autor citado.*

PROP. III. Problema.

Describir, y fabricar el Arco rebaxado.

TOdos los Arcos que no llegan à tener el medio punto enteramente: esto es, que su altura, ò sagita es menor que su semidiametro orizontal, se llaman *Rebaxados*: entre los quales se puede tambien comprehender el *Escarçano*, de que tratè en la propos. passada, separandole de los demàs por ser solamente vna porcion del Arco de medio punto; y muy desemejante de los que aora he de explicar. Es el Arco Rebaxado vna media Elipse, ò muy semejante à ella: puedese formar por qualquiera de los modos siguientes.

Modo 1. Si se quierê trazar vn Arco rebaxado, à que tambien llaman *Apaynelado*, *ò Carpanel*, se obrarà de esta suerte; sea (fig. 10.) NH el diametro orizontal del claro que ha de tener el Arco: dividase la NH en tres partes en M, L, y haziendo centro en estos puntos con la distancia LM describanse dos Arcos que se corten en O, desde O por el punto M tirese la recta OMP: y assimismo por L tirese la OLI: y haziendo centro en O, con la distancia OP hagase el Arco PI: y haziendo centro en L con la distancia LH, hagase el Arco IH: y assimismo desde M, el Arco NP; y quedarà descripta la Dobela interior del Arco. Cortese la NT igual à la crasicie que ha de tener, y desde M con la distancia MT, hagase el Arco TR; y desde L, el arco QV: y con la distancia OR, haziendo cen-

tro en O, hagase el arco RQ, y quedarà trazado el arco.

Su fabrica es como se sigue: Este arco puede mover de Salmer, ù de quadrado, y esto es lo que parece mejor à la vista, aunque juzgo que el Salmer le añade mayor firmeza. Suponiendo, pues, primeramente mueva de Salmer, se formarà este tirando la linea LF, y obrando en lo demàs como se dixo en la Propos. antecedente. Hecho el Salmer, si el arco ha de ser de ladrillo de rosca, se fixarà el cintrel en L, y se iràn echando las hiladas hasta Q, y à la otra parte se fixarà en M, para las hiladas hasta R: luego se fixarà dicho cintrel en O: y con èl se iràn echando las hiladas de R, hasta Q, en la forma que se dixo en el Escarzano. Y haziendose de piedra las juntas se encaminaràn tambien à los mismos puntos, y se trabajaràn las piedras como luego dirè. Assimismo suponiendo mueva este arco de quadrado, ò sobre la orizontal TV, se fixarà el cintrel en los mismos tres puntos M, L, O. De suerte, que aviendo de ser el arco de ladrillo, todas las hiladas de la porcion HI, se regularàn con el cintrel fixado en L: y assimismo las de NP, con el cintrel fixado en M: y las de PSI, con el cintrel fixado en O. Y de la misma suerte haziendose el arco de sillares, las juntas que huviere desde H, hasta I, iràn àzia el punto L: las de N, hasta P, al punto M; y las de la porcion PSI, al punto O, cuidando siempre, que assi las hiladas de ladrillo, como las piedras sean nones. Otros fabrican este arco fixando el cintrel solamente en el punto K, dirigiendo al dicho punto las hiladas, si se haze de ladrillo: y las juntas, si se fabrica de piedra; pero entiendo, que del modo antes dicho haze mejor vista, y aun parece tendrà el arco mayor fortaleza.

Las piedras se labran de la misma manera que en los arcos antecedentes; solo que son menester diferentes plantillas para los parametros: porque la plantilla hecha para el parametro NE, sirve para todas las piedras de la porcion NR: y de su correspondiente HQ al otro lado; pero para las de la porcion PSQ se necessita de diferente plantilla, por ir las juntas à diferente centro que las sobredichas. *Si*

los

los arcos sobredichos se quisieren rebaxar mas, se repartirà el diametro orizontal NH en mas partes, y se obrarà segun lo que dixe en el Tratado de la Geometria Practica lib. 2. Prop. 14. Pero es mucho mejor qualquiera de los modos siguientes por llevar la ventaja al sobredicho de poderse rebaxar los arcos à arbitrio del Artifice, aunque se le dè determinada la altura, ò sagita de ellos.

Modo 2. Sea AB el diametro orizontal del arco, (fig. 11.) y sea CR la altura que ha de tener. Cortense arbitrariamente, pero iguales las AS, BQ, CP. Tirese la linea PQ, que se dividirà en dos partes iguales con la perpendicular MO, la qual cortarà à la CR prolongada en O. Tirese desde O por el punto Q, la linea OQZ; y por S la OSI: y desde O, con la distancia OC, hagase el arco ICZ: y desde Q, con la distancia QZ, hagase el arco ZB: y desde S, el arco IA, y quedarà formada la dobela interior del arco: y de los mismos centros se descrivirà la exterior. Trazado el arco en esta forma se executarà su fabrica de la misma suerte que se dixo en el antecedente.

Modo 3. Es el que expliquè en el lugar citado Prop. 16. y el que mas frequentemente vsan los Artifices; y porque se executa con vn cordel llaman comunmente *Arco de cordel* al que se tornea con este artificio. Sea, pues, (fig. 12.) AH el mayor diametro de la dobela, ò buelta interior del arco: y el semidiametro menor, ò sagita sea OI perpendicular à AH. Del punto I, con la distancia OA, señalanse en el mayor diametro los puntos C, y E: tomese vn cordel igual à AH: y fixando el vn cabo en C, y el otro en E, el medio del cordel podrà justamente subir hasta I: y formarà el triangulo CIE: pongase en I vn lapis, y vayase llevando hasta A, y hasta H, conservando siempre el cordel tirante, y quedarà descripta la circunferencia concaba AIH. La exterior, y convexa se descrivirà de la misma suerte, determinando primero las LA, KI, HM, porque con la distancia OM, desde K, se determinaràn los puntos en que se han de fixar los cabos del cordel que ha de ser igual à LM. Lo que se debe observar para fabricar este arco se dirà despues.

Modo 4. Sea en la fig. 13. dado el diametro mayor AB; y el semidiametro menor CD. Para formar este Arco tomese vna regla de madera, y notense en ella ambos semidiametros mayor, y menor; desuerte que GE se haga igual à CB; y FE, a CD. Vayase moviendo esta regla desuerte que el punto F corra siempre por sobre CB, y CA: y el punto G, por sobre CH: y con esto la extremidad E descrivirà el Arco rebaxado que serà el mismo que si se descriviese con el cordel.

Este Arco puede mover de Salmer, y de Quadrado: si mueve de Salmer se fixarà el cintrel en el punto de la DH donde concurriere la linea inclinada que forma el Salmer, como se dixo en el Escarçano, y con èl se dirigiràn las juntas de las piedras, ò las hiladas de ladrillo; pero si moviere de Quadrado que es lo mejor, se podrà fixar el cintrel en el punto C: pero lo mas acertado es no darle punto determinado; si valerse de la misma vara GE como de cintrel para dirigir las juntas de las piedras, è hiladas de ladrillos procurando en cada vna ajustar el punto G en la CH, y el punto F en la CB, y dando à las hiladas, y juntas aquel declivio que dà la FE. En lo demàs se observarà lo mismo que en los antecedentes queda dicho.

Tambien se pueden formar las juntas del modo siguiente. Dividase la dobela interior del Arco (fig. 12.) en partes iguales nones en B, D, &c. y haziendo centro en A, y D con vna misma abertura de compàs haganse dos arcos que se crucen en G, y otros dos que se crucen en N: y tirando por G, y N la FB quedarà formada esta junta: de la misma suerte se formaran las demàs. Aunque los Modos sobredichos de rebaxar los Arcos, y Bovedas son bastantes para el intento, añado el que se sigue por ser de grande vtilidad en esta materia, y de que muchas vezes vsarèmos en el discurso de este Tratado. Procede como llaman algunos, *per Tranquiles*: infiriendo su delineacion del *Arco fundamental*, que como dixe es el de medio punto: y sirve para reducir la diagonal à los formeros en los encuentros de las Bovedas, especialmente en los angulos de los claustros.

Mo-

Modo 5. fig. 14. Tirese la linea AB, larga à discrecion, levantese sobre ella la perpendicular DI, igual à la altura, ò sagita que ha de tener el arco rebaxado; y con la DI, formese el arco semicircular, descriviendo sus dobelas como se dixo en la propos. 1. y tirando juntamente las perpendiculares al diametro AB, que le dividen formando alli la Ichnographia del arco, como dixe en la propos. 9. lib.1. Hecho esto, tirese la linea AC, igual al diametro del arco rebaxado que se quiere descrivir, formando el angulo BAC, segun se quisiere: juntese la recta BC: haganse por cada division de la AB, paralelas à la BC, que cortaràn à la AC de la misma suerte que lo està la AB. De los puntos que dividen la AC, levantense perpendiculares, haziendolas iguales cada vna à su correspondiente en el arco fundamental AOB. Hecho esto, se irà guiando vna linea curva por las extremidades de las perpendiculares, y quedarà trazado el arco rebaxado, cuya altura serà igual à la del arco fundamental, y su cuerda la AC: y vltimamente, juntando las extremidades de las perpendiculares que forman la dobela convexa, cada vna con su correspondiente en la dobela concaba, se tendràn las juntas de las piedras.

Demonstr. Imaginese que el triangulo ABC, està en el plano orizontal, y que sobre la linea AB està verticalmente elevado el arco circular, y que sobre la AC ay vn plano vertical: esto supuesto, no ay duda, que si de todos los puntos del arco circular salen lineas perpendiculares al plano del mismo arco, y paralelas entre sì, que formaràn vn cilindro, que encontrando con el plano vertical puesto sobre la AC, quedarà en virtud de este cortado obliquamente: luego la seccion serà elypse; y por ser las lineas que forman el cilindro paralelas al orizonte, serà la perpendicular DO, de la elypse igual à la otra DO, del arco circular, y asi de las demas perpendiculares: luego haziendose esto mismo, segun la regla dada, quedarà descripto el arco elyptico, ò rebaxado AOC, con la altura OD, como se deseaba.

Adviertase, que segun este vltimo modo de rebaxar el arco,

 las

las caras, ò paramentos de arriba salen con menos amplitud que los de los pies del arco, como se vè en la figura, siendo assi, que la crasicie es igual en todas sus partes; lo que proviene de la obliquidad con que se corta el medio cilindro; y por la misma razon las juntas de las piedras salen muy obliquas; y entrambas cosas ofenderian notablemente la vista; por lo que solo se pondrà esto en execucion donde el arco no haga frente, como es en el encuentro de dos cañones cilindricos de buelta, que formen angulo, donde por estàr todas las piedras embevidas en la boveda, no lleva lo sobredicho inconveniente alguno; antes bien son aquellos los cortes que en dicho caso se requieren, como en varias partes verèmos.

PROP. IV. Problema.

Descrivir, y fabricar el arco levantado de punto.

EL arco levantado de punto, puede ser *Apuntado*, ò *Elyptico*. El primero se descrive en la forma siguiente: Sobre la cuerda DC, fig. 15. y con la sagita AB, mayor que la semicuerda AC, se ha de formar vn arco.

Operacion. De los puntos B, y D, con vna misma distancia arbitraria, haganse las intersecciones E, F; y tirando por ellas la recta EF, cortarà la cuerda en G, hagase centro en G, y con la distancia GB hagase el arco DB: tomese AH igual à AG, y con la distancia HB, descrivase el arco BC; y descriviendo de los mismos puntos la dobela interior, quedarà trazado el Arco que se llama *Trespuntado, ù de tercero punto*, porque à mas de los puntos D, y A necessita del tercero G para su descripcion. Si los Arcos DB, y BC fueren descriptos como de centros de los mismos puntos C, y D, se llamaria *Arco apuntado à diferencia del sobredicho.*

Siendo este Arco de Canteria se labrarà con dos cintreles que se fixaràn en los puntos H, G: con el de H se labrarà el medio BC; y con el otro, el DB: encaminando las juntas en este al punto G; y en el otro al punto H: y con sola vna plantilla para la cara de vna piedra se labraràn todas las demàs, como en el arco de medio punto

vían-

vſando de la eſquadra para labrar las demàs ſuperficies, ſegun ſe dixo en la prop. 1. y del Baìvel X para moldear ſus dobelas. Han de ſer tambien ſus piedras nones para que vna de ellas forme la clave.

Siendo de ladrillo, ſe puede labrar con los dos cintreles arriba dichos; pero lleva el inconveniente, que concluida la dobela interior, ò concaba, queda aun ſin acabarſe la exterior, ò convexa, como ſe vè en ML; y por eſta cauſa llenan algunos aquel vaſio con ladrillos, pueſtos de plano orizontalmente: puedeſe tambien labrar con vn ſolo cintrel fixado en A; pero ſalen las hiladas muy obliquas, y parecen mal à la viſta. Lo mejor parece labrarle con los dos cintreles H, y G; y en acercandoſe à la clave, irles poco à poco retirando àzia el punto A, y con eſto ſe ordenaràn las hiladas con buena proporcion.

Son eſtos arcos proprios del orden Gothico, y à mas de no ſer hermoſos, ſon algo debiles cerca de ſus tercios I, K, ſingularmente ſi no eſtàn bien cargados en la clave B: porque el peſo que carga ſobre ſus lados rempuja con ſu impulſo la clave àzia arriba; pero tienen la conveniencia de impeler las paredes de ſus lados mucho menos que las otras eſpecies de arcos; y por conſiguiente, neceſsitan de menos eſtrivos, y pueden ſuſtentar mucho peſo.

Si en lugar del arco apuntado ſe quiſiere formar arco elyptico levantado de punto; haziendo que la ſagita ſea el mayor ſemidiametro de la elypſe, ſe harà ſu deſcripcion por qualquiera de los modos de la propoſ. paſſada, ſolo que los centros, de ſu delineacion, y fabrica ſe han de tomar en el diametro orizontal prolongado à vna, y otra parte: por no tener eſpecial dificultad no me detengo mas en ſu explicacion: puedeſe tambien formar por tranquiles como el rebaxado, vſando de las miſmas reglas del modo 5. propoſicion antecedente.

***

PROP.

PROP. V. Problema.

Descrivir, y fabricar qualquier Arco de pies desiguales. fig. 16.

ESTE genero de Arcos es proprio de la Architectura obliqua, y suelen edificarse sobre planos inclinados al orizonte; porque si sobre la linea AB, inclinada al orizonte se formase vn arco semicircular, serian sus pies perpendiculares al plano AB, y por consiguiente, no insistirian perpendicularmente sobre el orizonte: lo qual se requiere, no solo para la hermosura, sì tambien para la firmeza de la obra: con que en estos casos necessariamente se ha de fabricar arco de pies desiguales. Su descripcion es como se sigue.

Tirese la linea orizontal AC, y la perpendicular BC: añadasele à la dicha orizontal en seguida là CE, igual à CB: tirese BD, paralela à AC: dividase la AE por medio en F, desde donde se levantarà la perpendicular FDG. Hecho esto, del centro F, con la distancia FA, descrivase el quadrante AG; y del centro D, con la distancia DB, descrivase el quadrante BG, y quedarà formado el arco que se pretende; porque este segundo quadrante se vnirà perfectamente con el primero en G; porque siendo iguales FE, FG, como tambien las FD, ò CB, y CE por construccion, quitadas estas de aquellas, restaràn iguales las DG, y FC, ò DB. La peripheria convexa se descrivirà de los mismos centros.

Este arco se labrarà con dos cintreles, el vno fixado en F, y el otro en D: con el primero se labrarà el arco AG, y con el segundo lo restante GB; y se procederà en su fabrica como en la del arco de medio punto, propos. 1. por componerse de dos quadrantes de circulo.

Si importare descrivir arcos rebaxados Elypticos de pies desiguales en lugar de los quadrantes de circulo AG, GB., se descrivirian quadrantes de Elypses por qualquiera de los modos explicados en la propos. 3. y tambien se podrà obrar en la forma siguiente: Descripto primeramen-

mente el arco de pies desiguales compuesto de dos quadrantes de circulo en la forma arriba dicha, se tiraràn perpendiculares de las juntas de las piedras à la orizontal AC; y servirà el arco descripto de fundamental para rebaxar otro qualquiera de pies desiguales, procediendo por Tranquiles en la misma forma que se rebaxaron los de pies iguales por el modo 5. prop. 3. y assimismo se podràn trazar los de punto levantado. No añado mas explicacion por ser de si bastantemente claro.

PROP. VI. Problema.

Describir, y fabricar los Arcos Degenerantes.

Llamo *Arcos degenerantes* à aquellos cuyas piedras estando vnidas entre sì de la misma manera que en los Arcos, no se terminan en figura circular, si en otra muy distante: algunos vienen à terminarse en linea recta por abaxo; ò tambien por arriba, y ellos se llaman *Degenerantes en linea recta*; *y Adintelados*, *ò à Nivel.* Otros degeneran en poligonos, estendiendose sus piedras hasta formarles. Tambien pueden degenerar los arcos de circulares en Elipticos: y de Elipticos en linea recta. El modo de trazarles es el siguiente.

Pidese, que sobre la linea AB, que representa el ancho de vna puerta, ò ventana, se descriva vn arco degenerante en linea recta. *Operacion.* Dividase la AB por medio en G (fig. 17.) tirese la FG perpendicular à la AB: y que sea igual à GB: y con la distancia FB, haziendo centro en F, descrivase el arco ACB: dividase este arco en partes iguales, y nones: y tirando rectas del punto F por cada division, se terminaràn en la AB, y en su paralela DE: y estas seràn las juntas de las piedras, y quedarà delineado el arco.

Si este arco fuere de ladrillo, se pondràn primeramente vnas tablas, ò maderos en AB, que serviràn de cimbria, y formados los salmares se fixarà el cintrel en F, y se iràn echando las hiladas que han de ser nones de la misma manera que en los demàs hemos dicho. Y aviendo de

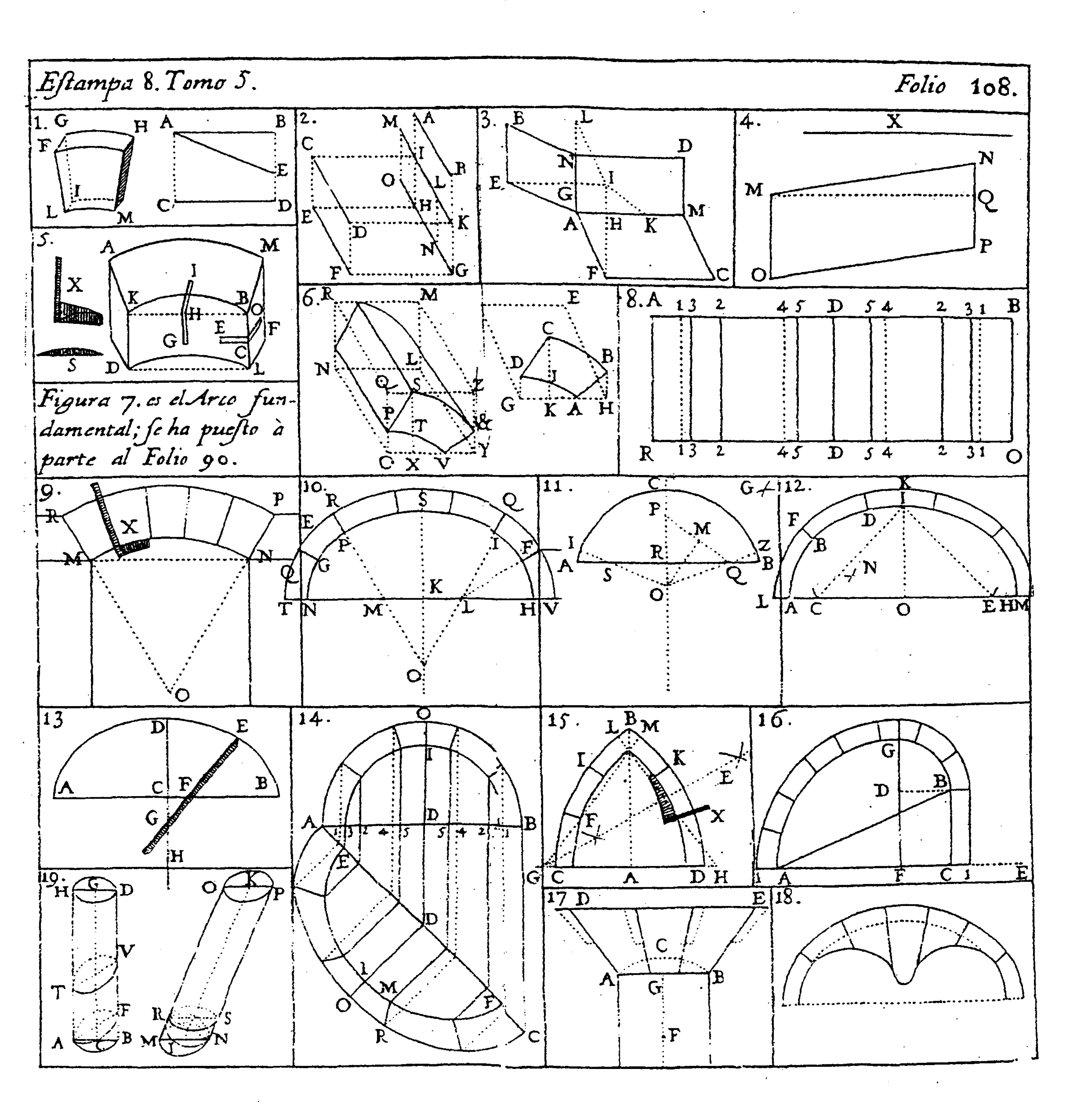
ser

ser de sillares se haràn plantillas para las caras de las piedras, y los lechos; y las demas superficies se sacaràn à esquadra: y sus dobelas se tornearàn con la saltaregla. Sirven ordinariamente estos arcos para cerrar por arriba las puertas, y ventanas quadradas que por ser grandes, ò no ay piedras tan largas que basten à cerrarlas, ò aunque las aya se assegura muy poco con ellas su permanencia, por abrirse regularmente por medio con su proprio peso ayudado del que se les carga encima: y con este genero de arcos se le dà à la puerta la figura quadrada, y se assegura juntamente su firmeza: porque la piedra C del medio no puede caer, si no es que falten las de los lados, por ser mas ancha por arriba; y assimismo las que se siguen no pueden deslizar sin que falten las vltimas, ni estas pueden caer sin que falten las paredes que las mantienen: pero se debe cuidar mucho estèn las piedras extremas bien ajustadas, para que no floxeen por el impulso que las de en medio les imprimen àzia vno, y otro lado; y para prevenir este inconveniente, conviene, que en cada piedra se haga el recodo que se vè en la figura, formandole, no en la cara, si vnos tres dedos distante de ella; por esta misma causa necessitan estos arcos de grandes estrivos, y no se deben fabricar sino en medio de paredes continuadas à entrambas partes.

De la misma suerte se formaràn los arcos que degeneran en qualesquiera poligonos inscriptibles en el semicirculo, alargando solamente las piedras que forman el arco semicircular por la parte concaba hasta las cuerdas, ò lados del poligono; los quales tendràn la misma firmeza que el arco sobredicho.

Tambien se formaràn de la misma suerte los arcos que degeneran de circulares en elipticos, haziendo que las piedras que se terminan en la recta AB, se terminen en vna linea oval, ò eliptica. Y assimismo se harà que el arco eliptico degenere en linea recta; solo con hazer que el arco ACB sea porcion, no de circulo, sì de elipse; pero el descripto arriba es el que ordinariamente se practica.

De


Estampa 8. Tomo 5.
Folio 108.
Figura 7. es el Arco fundamental; se ha puesto à parte al Folio 90.

De aqui se colige tambien el modo de formar los arcos pendientes, cuyos pies de vna parte se juntan en vno que no llega al suelo, quedando al parecer entrambos arcos pendientes en el ayre, como se vè en la fig. 18. Fabricanse formando vn arco eliptico rebaxado, ù de cordel, y dexando la llave, y sus colaterales tan largas que lleguen à formar las dos periferias concabas de los arcos menores: y si acaso no bastassen las dichas piedras à formar el pie pendiente, se añadiràn otras vniendoles con las de arriba con gafas de yerro: lo que no lleva peligro alguno, pues lo mismo es cargar el arco eliptico con peso sobrepuesto à la clave, que con peso pendiente de ella. La methodo de su fabrica se colige de lo dicho en los antecedentes.

Siguiase aqui el tratar de los arcos capialzados; pero por llevar consigo no pequeña irregularidad los dexo para el Cap. 2.

PROP. VII. Theorema.

Explicanse las diferentes obliquidades que pueden tener los arcos. fig. 19.

LOs arcos pueden ser obliquos, ò por ser secciones obliquas de vn cilindro recto; ò por ser secciones obliquas de vn cilindro obliquo. Para inteligencia de esto se ha de advertir lo que dixe en el Tratado 7. que ay cilindros que son essencialmente, y por su naturaleza rectos; y otros, que por su naturaleza son obliquos. Cilindros circulares essencialmente rectos, son aquellos que si se cortan con vn plano recto, ò perpendicular à su exe, la seccion que resulta es circulo, tengan dichos cilindros, ò no tengan basa circular, tal es el cilindro AD, (fig. 19.) en el qual qualquiera seccion HD, recta al exe GC, es circulo, aunque tuviesse por basa la AF, que no es circulo. Cilindros circulares essencialmente obliquos son aquellos, que aunque tengan la basa circular, la seccion recta al exe no es circulo; tal es MP, cuya basa MN, se supone circular, y la seccion RN, recta al exe IK, no es circulo, como se demonstrò en el Trat. 8.

Su-

Suponiendo, pues, que el cylindro recto AD, ò su mitad por lo largo, sea vn cañon de Boveda, si se corta por AB, HD, secciones rectas al exe, resultarà vn arco recto, ò Boveda recta por ser su exe perpendicular à su basa, ò frente; pero si se corta por AF, TV, resultarà vn arco que por ser su exe obliquo à la basa, ò frente, serà obliquo; pero por ser su cañon por su naturaleza recto, y tener la obliquidad vnicamente por la seccion que forma su frente, se llamarà *Obliquo por frente, ò à viage por frente.* Supongamos aora sea MOPN vn cañon de Boveda, y que se corte por RS, y resultarà el Arco, ò Boveda MS essencialmente obliquo por ser seccion de vn cylindro essencialmente obliquo, ò escaleno. De que se sigue que el primer arco sobredicho tendrà la frente rebaxada, y Eliptica; y el segundo la tendrà circular. Y esto mismo que se ha dicho de los cylindros circulares, se ha de tener respectivamente tambien de los Elipticos.

PROP. VIII. Problema.

Descrivir, y fabricar qualquiera genero de Arcos que por vna frente sean rectos, y por otra obliquos.

figur. 20.

EN esta, y las siguientes proposiciones hablarè generalmente de todas las especies de Arcos referidas, por ser las practicas que en ellas se enseñan indiferentes, y adaptables con igual facilidad à todos los arcos assi de medio punto, como rebaxados, ò levantados: assi de pies iguales, como desiguales: por lo que bastarà dàr su explicacion en el arco de medio punto; pues lo que de este se dixere se entenderà de la misma suerte en los otros.

Sea, pues, ABSR planta de vna pared de desigual crasicie, por ser mayor en BS, que en AR: y en ella se ha de fabricar vn arco de medio punto, que segun la frente AB sea recto; y segun la RS, obliquo: esto es, que sea absolutamente recto, por ser seccion de vn cilindro recto; y obliquo, ò aviajado solamente por la frente RS.

Operacion. Descrivase sobre la AB el Arco de medio pun-

punto con su Ichnographia, (9. 1.) y continuense sus perpendiculares hasta la RS. Descrivase sobre RS, si pareciere el arco de igual altura al de medio punto, (3.) y quedarà trazada la frente obliqua del arco, y descripta toda su Ichnographia, con que se podràn cortar exactamente las plantillas para labrarle. Pero antes de todo serà muy conveniente formar la idèa de esta operacion por lo mucho que aprovecharà para la clara inteligencia de todo lo que en adelante se ha de tratar. Imaginese, pues, sobre la AB levantado verticalmente el arco AOB, y que de todos los puntos de su periferia assi concaba, como convexa corran lineas paralelas à su exe: es claro, que estas formaràn vn cilindro circular recto, y concavo: luego si este se corta con vn plano obliquo RS, esta seccion serà elyptica: luego la frente del arco correspondiente sobre la RS, serà rebaxada, ù de cordel: y considerando planos verticales que desciendan por las lineas rectas que à lo largo corren la dobela desde la AOB, à la elyptica sobre RS, formaràn en el suelo la planta de todas las juntas; y por consiguiente serviràn estas lineas para cortar las plantillas por ser iguales à sus lados (3. 1.) lo que se executarà en la forma siguiente.

1. Las plantillas para la frente del arco circular AOB, se forman como queda dicho en la Prop. 1.

2. Las plantillas para las juntas, ò lechos se cortaràn con gran facilidad, porque la linea A 3. sirve de basa para todas, con la qual se sacaràn à esquadra los lados, dandoles la magnitud que denotan las lineas mismas que en la Ichnographia proceden de dichas juntas: como para formar la plantilla del lecho A 3. se harà el quadrilatero 1. que tenga por basa la A 3. y sus lados sean iguales à las lineas AR: 3. 3. y tirando la R 3, quedarà hecha la plantilla; para cortar la de la junta E, se tirara à parte en 2. la linea 1. 2. igual à la misma A 3. de la Ichnographia de quien se sacaràn à esquadra los lados, el vno igual à 1. 1. y el otro à 2. 2. que son los que proceden de dicha junta, y cerrando con la 1. 2. quedarà formada la plantilla, y assi de las demàs.

3. Las plantillas para la parte concaba de cada piedra que primero se trabaja plana, se forman assi: para la superficie de 3E, se tomarà por basa la subtensa de 3E; y se tiraran à esquadra sus dos lados; el vno igual à 3. 3. y el otro à 2. 2. sus correspondientes; y cerrando con vna linea quedarà hecha su plantilla, como se vè en 3. Para la concavidad EF, se tomarà por basa la subtensa igual à EF, y sacando à esquadra el vn lado igual à 4. 4. y el otro à 5. 5. serà hecha su plantilla; y de la misma manera se haràn las demàs.

4. Ultimamente, si se quisieren cortar las plantillas de la frente obliqua del arco que està sobre RS, se haria su descripcion por tranquiles, dandole igual altura à la del arco AOB, como en la prop. 3. y se cortarian las plantillas como alli se dixo.

Si este arco se huviere de labrar de la rodilla de rosca, se harà vna cimbria de medio punto ajustada à la frente, ò buelta AOB, y con esta se labrarà todo el cañon, por ser este de su naturaleza circular: à mas de esta se harà otra cimbria ajustada à la frente obliqua que viene sobre RS, para que las hiladas terminen por aquella parte perfectamente en ella: las quales se echaràn como en otros arcos, fixando siempre el cintrel en el exe del cañon, representado en la linea DD, porque àzia este han de ir las hiladas, como tambien las juntas de las piedras, lo qual se consigue fixando siempre el cintrel en el centro D de la cimbria, por no apartarse jamàs este punto del exe del arco; y no porque la frente RS, es de arco del cordel se ha de vsar de diferentes cintreles, sì solo de vno en la forma dicha.

De lo dicho se colige el modo de trazar, y fabricar las demàs especies de arcos quando se ofreciere aver de ser rectos por vna frente, y obliquos por la otra, pues no ay mas diferencia, que descrivir en lugar del arco AOB de medio punto qualquiera de los otros; y guardar en su fabrica las reglas que se dieron en las proposiciones antecedentes.

PROP.

PROP. IX. Problema.

Descrivir, y fabricar qualesquiera Arcos de entrambas frentes obliquas. fig. 20.

SUpongo tambien, que este arco, como el passado, es parte de vn cilindro recto, pero cortado obliquamente con los planos AM, RS; y sea por exemplo el dicho cilindro semicircular; pidese, pues, el modo de formar este arco.

Operacion. Hecha la misma descripcion de la proposicion antecedente, el paralelogramo RM, serà la Ichnographia de dicho arco; y descriviendo tambien si pareciere sobre la RS, el arco rebaxado como en la propos. 13. se tendrà quanto es menester para cortar las plantillas de las piedras.

1. Las plantillas de la frente del arco rebaxado que viene à caer sobre la RS, se cortaràn de la misma manera que se dixo en la propos. 3. y suponiendo sean las RS, AM, paralelas; las mismas plantillas serviràn para entrambas frentes; pero sino fuessen paralelas, se avria de descrivir otra vez sobre la AB, la frente del arco rebaxado de igual altura à la DO, procediendo por tranquiles, segun se dixo en la prop. citada: y segun ella se cortarian sus plantillas en la forma dicha.

2. Para cortar las plantillas de los lechos se procederà de esta manera: la del lecho orizontal que es el de la primera piedra, no tiene dificultad, porque es el paralelogramo Rhomboide AR 3. Para el lecho siguiente se tirarà aparte en X la linea 1. 2. igual à la A 3. del arco fundamental; tirense las perpendiculares 1. 1. 2. 2. iguales à sus correspondientes en dicho arco principal: cortense las 1G. 2H. iguales tambien à sus correspondientes; y el paralelogramo G2. serà la plantilla que se desea. De la misma manera se cortaràn las de los demàs lechos, tomando siempre del arco principal con el orden referido las lineas sus correspondientes.

3. Si se quisieren plantillas para la parte convaca, co-

mo por exemplo, para la de la primera piedra, ſe tirarà aparte en Z la linea 3E, igual à la ſubtenſa 3E del arco fundamental: ſaqueſe la perpendicular E2, igual à la 2.2. y la 3V, igual à la 3.3. y cortando la EQ, igual à la 2H, y la 3N, igual à la 3N del arco fundamental, ſe perficionarà el paralelogramo N2. que ſerà la plantilla que ſe pretende. Otros modos ay para cortar las plantillas que vienen à coincindir con el ſobredicho.

Si en el lugar del cilindro, y arco circular que hemos ſupueſto ſe quiſiere vſar del arco, y cilindro rebaxado, ù del de pies deſiguales, ſe obraria reſpectivamente de la miſma manera, tomando por fundamental el que ſe quiſiere de los dichos.

El modo de formar los arcos eſſencialmente obliquos, ò que ſon ſecciones de vn cilindro obliquo, ſe verà mas adelante.

Adviertaſe, que eſte genero de Arcos no empuja directamente el eſtrivo: por lo que no ſeria ſeguro ſi fueſſe de gran luz, y poca craſicie; pero ſiendo de mucha craſicie, quedarà aſſegurado por alcançarle entonces gran parte de eſtrivo que reciba ſu empujo.

Todos los Arcos, y Bovedas, que haſta aqui ſe han explicado, y aſsimiſmo todos los demàs que ſe han de explicar, ſerà muy conveniente ſe formen primero de yeſſo con todos ſus cortes: con lo qual formarà mejor ſu idea el Arquitecto, y aſſegurarà mas el acierto.

PROP. X. Problema.

Deſcrivir, y fabricar qualquiera genero de Arcos en vn angulo, ò eſquina. fig. 21.

DOS coſas ſe han de preſuponer para que la fabrica de eſtos arcos ſea firme, y ſegura: la primera, que el angulo no ſea menor que recto: la ſegunda, que las paredes tengan baſtante craſicie. Sean, pues, las paredes que forman angulo, EDG, FCH, en las quales ſe ha de fabricar el arco. *Operacion.* Tirele la recta AB, y ſobre ella deſcrivaſe el arco ſemicircular para fundamento, como el

el AOB de la figura 20. alarguense todas las perpendiculares que baxan de las juntas, como se vè en la fig.21.y se tendrà la Ichnographia: hagase aora sobre la FC vn medio arco con su altura igual à la DO del fundamental, por la Prop.3. Modo 5.y se tendrà quanto se necessita para cortar las plantillas.

1. Para las frentes se tomaràn las plantillas del medio arco descripto sobre la FC, como en los antecedentes, y estas mismas serviràn para el otro medio arco que corresponde sobre la CH, supuesto sean las FC, CH iguales: porque siendo desiguales se avrà de descrivir otro medio arco sobre la CH, y de este se sacarian las plantillas para sus frentes.

2. Las plantillas para los lechos se cortaràn tambien como en la Prop. anteced. porque la del primer lecho, que es orizontal, es el paralelogramo F9. para la del lecho de la segunda junta se cortarà en la AB la 1. 7. igual à la A3. y tirando del punto 7. vna perpendicular, se cortarà en ella 7. 7. igual à la linea 2. 2. y tirando la O7. y perficionando el paralelogramo, serà este la plantilla para el lecho, y sobrelecho de la segunda junta. La del tercer lecho se harà tomando en la AB la 5. 8. igual à la A3. y tirando la perpendicular 8.8. se cortarà en ella la porcion 8.8. igual à la linea 4. 4. y perficionando el paralelogramo, se tendrà la plantilla que se pretende.

3. Las plantillas para las superficies de la dobela concaba, como por exemplo, de la primera piedra en la parte DH, se haràn en esta forma: tirese aparte para mayor claridad la 2L igual à la subtensa de dicha piedra en el arco fundamental: saquele la perpendicular LR igual à la linea 3. 3. y la 2. 2. igual à la 2. 2. de la planta: cortese en la RL, ò sobre R, ò debaxo, la MR igual à 3.R; y assimismo la 2P, y juntando la PM perficionese el paralelogramo PR, que serà la plantilla.

Fundase esta practica en que sobre la AB, se supone levantado el arco recto fundamental de medio punto, y cuya profundidad se continua hasta las lineas FC, y que cortandole con la ED, solo queda la porcion del cañon com-

prehendida entre las lineas obliquas ED, FC, de que resultan los cortes de las piedras segun se han descripto. De la misma suerte se procederia si en lugar del arco de medio punto descripto sobre la AB, se describiesse alli otro qualquiera.

Si se quisiere que los medios arcos que resultan sobre las FC, CH fuessen de medio punto, se avia de empezar por estos la operacion: descriviendo sobre las FC, CH vnos quadrantes de circulo que se dividirian en sus piedras iguales, y tirando de las divisiones perpendiculares à las FC, CH, quedarian estas divididas, como en la operacion passada lo quedò AB, de cada division de las sobredichas se tirarian paralelas à la AF: y quedaria dividida la AB, con diferentes divisiones que las que tiene en la fig. 20. Hecho esto de cada division de la AB, se levantarian perpendiculares iguales à los perpendiculos de los medios arcos hechos sobre FC, CH: y se tendria todo lo necessario para cortar las plantillas de la misma suerte que se cortaron arriba.

PROP. XI. Theorema.

Explicase el empujo de los Arcos, y los estrivos que requieren para su firmeza.

ES indubitable, que los arcos, y bovedas tienen gran fuerza contra las paredes de los lados: lo que proviene de tener sus piedras la figura de vna cuña, que con el impetu de su innata gravedad, procurando caerse àzia el suelo, rempujan las del medio à las de los lados: y todas juntas à las paredes colaterales que las mantienen: por lo qual para que estas puedan resistir al impulso que les imprime el arco, es forzoso tengan proporcionados refuerzos que comunmente llamamos estrivos. Y para determinarles es forzoso atender à la naturaleza del arco, y à la altitud de las paredes. Porque los arcos quanto mas rebaxados tienen mayor empujo, y menor quanto fueren mas levantados de punto; y es la razon, porque el impulso de los rebaxados se dirige por vna linea que huyendo

de la perpendicular al centro de la tierra, se acerca mas à ser perpendicular contra las paredes, lo que le haze mas vigoroso contra ellas; pero los mas levantados de punto exercen su impulso por linea menos distante de la perpendicular à la tierra: y por consiguiente es su impulso mas obliquo contra las paredes, y menos robusto.

Asimismo las paredes mas altas tienen menos resistencia contra la fuerza del arco: porque el centro del movimiento que tendrian las paredes, caso que cediessen al empujo del arco, està en el pie de la pared sobre el suelo: luego asi como vna potencia con tanto menos fuerza mueve vna palanca quanto se aplica en mayor distancia del centro, ò punto de su movimiento: Asi el arco tanto mas facilmente vencerà la resistencia de las paredes, quanto por ser estas mas altas les imprime su impulso en lugar mas alto, y apartado de su pie, que como he dicho, es el centro de su movimiento. Para determinar, pues, los estrivos que requieren los arcos, se suelen dàr las reglas siguientes, fundadas mas en la experiencia, que en demonstracion Mathematica.

Comunmente dàn por regla general que se divida en tres partes iguales la circunferencia interior del arco, sea este circular, ò eliptico, ò otro qualquiera, como por exemplo ABC, (fig. 22.) cuya tercera parte sea BC. Tirese la recta BC larga à discrecion, y cortando la CD igual à la CB, se tirarán las perpendiculares CE, DF, y la linea ED, serà la cantidad del estrivo que requiere el arco. Otros dàn por regla general, que sean los estrivos el tercio del diametro AC, que es algo mas de lo que se determina por la regla primera. Pero lo cierto es, que en este punto se ha de estàr à lo experimentado por los Artifices, que prudentemente atienden las varias circunstancias que pueden ocurrir; y parece requiere mas estrivos el arco, ò boveda de piedra que la de ladrillo de rosca; y esta mas que la de tabicado.

En quanto à la crasicie que ha de tener el arco, no ay regla fixa: si que el prudente Architecto se la debe dàr atendiendo à la firmeza de la materia de que se fabrica, y al peso que ha de sustentar.

Si se quisiere que vn arco se mantenga seguro con poco, ò casi ningun estrivo, se harà su dobela superior trespuntada, aunque la inferior sea semicirculo: y sus tirantezes, se encaminaràn à los centros de la dobela superior; y siendo de piedra con que se le hagan dos, ò tres hiladas de ensarchado, no necessitarà de mas estrivos.

CAPITULO II.

DE LOS ARCOS, Y BOVEDAS CILINDRICAS irregulares, tanto rectas, como obliquas.

EN el Capitulo passado se tratò de las bovedas, y arcos regulares; esto es, que no llevan consigo irregularidad alguna, de calidad que pueda causar mas dificultad en su formacion que la que proviene de ser los cortes de sus frentes rectos, ò obliquos à sus exes: en este capitulo explicarè la formacion de los que, ò por razon del sitio en que se erigen, ù de otras fabricas con que se vnen, y encuentran, contrahen varias irregularidades en sus cortes, que juzgo se comprehenderàn con facilidad, aviendose entendido las que se explicaron en el antecedente.

PROP. XII. Problema.

Formar los Arcos, y Bovedas circulares, ò Elipticos, ù de pies desiguales en vna pared escarpada, ù de crasicie desigual. fig. 23.

ENtiendo por *pared Escarpada* aquella que tiene mayor crasicie en el pie que arriba: de suerte, que vaya esta continuamente disminuyendose al paso que sube la pared: pidese, pues, que en ella se forme vn arco, sea circular, ò rebaxado, ù de pies desiguales sin mas irregularidad que le que la dà dicha pared. Para formar la idèa de este arco, se ha de imaginar vn medio cilindro orizontal, que fenece en dicha pared, y es cortado por ella:

y

y por consiguiente dicho arco tendrà mayor craſicie en ſus pies que en ſu clave ; y ſuponiendo aora por exemplo ſea dicho arco circular , ſe obrarà en la forma ſiguiente.

Atiendaſe la figura 7. del arco fundamental , cuyo diametro AB , es la AB de la figura 23. con ſus miſmas notas , y diviſiones ; y el radio , ò ſagita DO , ſea tambien el miſmo con ſus miſmas diviſiones , aunque por ſer menor la figura ſea todo mas pequeño : tireſe la DP, de ſuerte , que ſe forme el angulo ODP, igual à la inclinacion de la ſuperficie de la pared : eſto es , ſea la OP, igual à la diferencia de craſicie que tiene la pared en el pie del arco , y en la clave : de ſuerte , que en D tenga la pared la craſicie AR ; y en O ſe aya diſminuido lo que dize la OP : tirenſe las lineas II, KK, LL , &c. paralelas à OP : digo , que en los puntos H, y E, fig.7. del arco fundamental , la craſicie del arco ſerà menos que en A , y B , lo que dize la linea II. fig.23. y en los puntos E, y G del miſmo arco fundamental, ſe avrà diſminuido lo que dize la linea LL: y aſsi en los demàs puntos verticales : eſto ſupueſto , ſe formarà la Ichnographia de eſte arco , y las plantillas de ſus piedras , en la forma ſiguiente.

Tengaſe preſente juntamente con la figur.23. la figur. 7. del arco fundamental ; y porque en eſte baxa de E la perpendicular E2. la linea 22. ſeria la Ichnographia de la linea de la junta paralela al exe , ſi la craſicie de la pared no fuera ſubiendo en diminucion ; pero porque ſube en diminucion ſe cortarà de la linea 2. 2. la linea 2. 8. igual à la I, I, ſu correſpondiente, fig. 23. Tambien de la linea 1. 1. ſe cortarà la 1. 9. igual à KK ſu correſpondiente, y ſe tendrà en la Ichnographia RB , la 8. 2. igual à la craſicie de la extremidad E de la primera piedra del arco principal en la parte concaba ; y la 9. 1. ſerà la craſicie de la miſma piedra en la extremidad K de la parte convexa : de eſta miſma ſuerte ſe determinarà en el dicho rectangulo RB , la craſicie que le toca à qualquiera piedra en las extremidades de ſus lechos , aſsi en la parte concaba , como en la convexa ; y ſe avrà concluido la Ichnographia , en la

qual se podràn guiar dos lineas curvas por los puntos señalados que perteneceràn, vna à lo concabo del arco, y otra à lo convexo.

Las plantillas se cortaràn en la forma siguiente; y supuesto que las piedras de la vna parte del arco son iguales, y semejantes à las de la otra, las mismas plantillas serviràn para las piedras de entrambas partes: pidense, pues, primeramente las plantillas de la primera piedra AE, que como en las demàs, podràn ser cinco diferentes: esto es, las de los dos lechos, de los dos paramentos, ò frentes, y la de la concavidad. La del lecho inferior, y orizontal, es el mismo rectangulo R3. por no averse aun disminuido alli la pared: para formar la del lecho superior correspondiente à E, se atenderà à su Ichnographia en el rectangulo RB; y se hallarà ser 1. 2. Tirense, pues, aparte las lineas 1.1.2.2. iguales à las sobredichas; pero distantes entre sì quanto es la A3, y quedarà hecho el rectangulo 1122. cortese en la 1. 1. la 1. 9. igual à la 1. 9. de la Ichnographia; y en la 2. 2, la 2. 8. igual à la 2. 8. de la misma Ichnographia; y tirando la 9. 8. serà el trapecio 1928. la plantilla que se desea.

Para formar aora la tercera plantilla, que es la de la concavidad 3E, (fig. 7.) trasladese aparte la linea 3. 3. de la Ichnographia por quanto en el punto 3. que es el pie del arco, aun no se disminuyò la pared: hagase la linea 3. 2. igual à la subtensa 3E del arco fundamental; y tirando la linea 2. 2, igual à la correspondiente en la Ichnographia, ò à la misma 3. 3. se perficionarà el rectangulo 3322. De la linea 2. 2. de la Ichnographia, se tomarà la 2.8. y se passarà à la linea 2.2. del rectangulo sobredicho, y se notarà el punto 8. y tirando la recta 3. 8. se avrà formado el trapecio 3328. que es la plantilla de la concavidad, à quien se darà la curvatura, como en otras partes queda dicho.

Para cortar las plantillas de la piedra EF, se formarà como antes el rectangulo 4455. igual al R3. y porque la Ichnographia orizontal del lecho F, son las lineas 4.4.5.5. se notarà en el rectangulo con los mismos numeros, y se

cor-

cortaràn de ellas los ſegmentos 4X. 5V. iguales à ſus correſpondientes en la Ichnographia; y el trapecio X45X. ſerà la plantilla para dicho lecho: el otro correſpondiente à la junta E, tiene la miſma plantilla, que antes ſe formò para la piedra primera, por ſer dicha junta comun à entrambas.

Para formar la plantilla de la concavidad de dicha piedra, ſe deſcrivirà aparte el rectangulo 2. 2. 5. 5. de las lineas 2. 2. 5. 5. ſus correſpondientes en la Ichnographia, dandole por baſa la 2. 5. igual à la ſubtenſa EF del arco fundamental; y de la 2. 2. ſe cortarà la 2. 8. igual à ſu correſpondiente en dicha Ichnographia; y de la 5. 5. la 5V. igual tambien à ſu correſpondiente; y el trapecio 825V. ſerà la plantilla.

Si ſe quiſieren formar plantillas para las caras, ſe advertirà, que la de la cara interior, es la miſma que pinta el arco fundamental, por guardar por aquella parte la pared el plomo; pero la de la cara exterior, cuya Ichnographia cae àzia RS, ha de ſer diferente, porque eſtando en ſuperficie inclinada, ha de ſer mayor que la cara interior: Eſto, pues, ſe conſeguirà dando à cada punto las elevaciones ſeñaladas en la linea inclinada DP: eſto es, al punto O de la clave ſe le darà la altura DP; y al punto M de la miſma clave ſe le darà la altura DM de dicha inclinada: con que la MP, ſerà la altura que ha de tener la plantilla del paramento exterior de dicha clave, que como ſe vè, es mayor que la MO, que es la altura de ſu paramento, ò frente interior, y aſsi ſe procederà en las demàs: advirtiendo, que la curvatura, aſsi concaba, como convexa de eſta frente ſe apartarà algo del medio punto, porque la obliquidad de aquella ſuperficie la haze algun tanto levantada de punto, por ſer ſu altura, ò ſagita la DP, que es mayor que la DO propria del medio punto, y aſsi ſe avrà de formar, ſegun dixe à lo vltimo de la propoſ. 4.

Adviertaſe, que ſe puede eſcuſar el trabajo de formar plantillas para los paramentos exteriores ſobredichos, y para la concavidad; porque con ſolas las de los lechos, y las de los paramentos interiores, que ſon à plomo, ſe

pue-

misma suerte que el arco DP se aparta de la DO: Luego para que la junta DT llegue à alcanzar dicha boveda, se avrà de alargar tanto, quanto es la linea OP; y assimismo respectivamente las demàs juntas.

Con la preparacion sobredicha se cortaràn las plantillas como se sigue: Primeramente las del paramento, ò frente, que corresponden sobre la AB, son las mismas del arco recto de medio punto, que se descrivieron en la Prop. 1. Y tambien los angulos que forman los lechos con la concavidad son los mismos, y por consiguiente se trabajaràn con la misma regla cercha que aquellos; pero sus lados se estienden hasta buscar el cañon de la boveda transversal; y assi se trazaràn sus plantillas en la forma siguiente: La del lecho E, fig. 7. tiene por basa vna linea igual à la A3. fig. 24. y sus lados son el vno 1. 1. y el otro 2. 2. El lecho F, fig. 7. tiene por basa la misma A3. y por lados las lineas 4. 4. y 5. 5. y estas mismas plantillas sirven para la otra parte del arco. Las plantillas de la concavidad se haràn assi: La de la primera piedra AE del arco tendrà por basa la subtensa 3 E, fig. 7. y sus lados seràn 3. 3. y 2. 2. fig. 24. Y la de la siguiente EF tendrà por basa la subtensa EF, y por lados perpendiculares à dicha basa tendrà las lineas 2. 2. y 5. 5. las quales tambien serviràn para la otra parte.

Pero es menester advertir, que assi las plantillas de los lechos, como las de las concavidades, tienen curvo el lado que termina en la boveda: y para darle la curvatura es menester tirar vna linea media entre sus lados en la Ichnographia, y passarla à la plantilla, poniendola en medio de sus lados, y paralela à ellos, por cuyas extremidades se guiarà vna linea curva, y serà la que se pretende. Como porque los lados de la concavidad AE, fig. 7. son en la fig. 24. las lineas 2. 2. y 3. 3. se tirarà entre estas en la Ichnographia otra paralela à ellas; y se passarà à la plantilla en la forma dicha, como se vè en M: y assimismo en las de los lechos. Esto se explicarà con mayor claridad en la Prop. 15.

Estas plantillas bastan para trabajar las piedras de este

te

te arco; pero para moldear, y perficionar sus paramentos en la parte de la boveda, se cortarà vna cercha ajustada à la curvatura de esta boveda: la qual se debe aplicar à dichos paramentos siempre à plomo: lo que estando la piedra en el taller, se harà, señalando con lapis, ò con vna cinceladura la linea que formarà en ella el plomo despues de puesta en la obra; y esto se executarà señalando en cada frente, ò paramento recto vna linea paralela à la DO, fig. 7. y de sus extremidades se sacaràn lineas rectas; vna por la dobela convexa, y otra por la concaba, paralelas à los lados de las juntas, hasta el paramento curvo; en el qual se vniràn sus extremidades con otra linea; y esta serà la vertical, ù del plomo que se pretende: à quien se aplicarà siempre paralela la cercha, para perficionar los paramentos del arco que caen en la boveda.

Si à mas de esto se quisieren hazer plantillas para los paramentos corvos, aunque no son menester, se tirarà à parte la RS con sus divisiones: sobre las quales se levantaràn perpendiculares en esta forma: Sobre la division 2. se levantarà vna perpendicular igual, no à la recta DI, fig. 24. si à la curva DI: y assi las demàs, haziendolas iguales à las curvas que alli las corresponden; y llevando por las extremidades la linea curva, y haziendo lo demàs que se suele quando se obra por tranquiles, quedaràn formados estos paramentos, que se haràn en materia flexible; para que aplicando su diametro sobre la RS, se ajusten los paramentos à lo curvo de la boveda.

De esta misma suerte se procederà en otra qualquiera especie de arcos que lleguen à encontrar con la boveda transversal, tomando por arco fundamental para la descripcion el que se pidiere. Y assimismo se obrarà, aunque dicha boveda, en quien encuentran, sea escarzana, rebaxada de cordel, ù de otra especie; pues solo se variarà el arco DP, que debe ser el mismo de la boveda, ò ajustado à su curvatura.

PROP.

PROP. XIV. Problema.

Formar vn arco, que por vna frente sea recto, y por la otra encuentre obliquamente con vn cañon de boveda cilindrica.

fig. 25.

EN la Propos. anteced. se descrivìo vn arco, que incurre en vn cañon de boveda rectamente: esto es, que el exe del arco es perpendicular al exe de la boveda: En esta Proposicion se explica la formacion del mismo arco, que incurre obliquamente contra la boveda: esto es, que su exe forma angulos obliquos con el exe de ella. Sea, pues, la AB el diametro del arco recto semicircular, y la RS sea el lado de la boveda: Alarguense à discrecion las lineas, que son la Ichnographia de las juntas: ajustese aora la linea 13. X igual à la OP de la fig. 24. y que sea perpendicular a la RS: lo qual se harà, sacando del punto T la perpendicular TZ igual à la sobredicha OP, y tirando la Z. 13. paralela à la RS, de la misma manera se iràn ajustando perpendicularmente las demàs lineas N, M, L, K, I, del triangulo de la fig. 24. y quedaràn determinados los puntos 8. 10. 13. &c. que pertenecen à la dobela exterior del concurso, ò corte del arco con la boveda; y los puntos 9. 11. 12. que pertenecen à la dobela interior: y guiando por ellos vna linea, quedaràn formadas en la Ichnographia entrambas dobelas, y determinadas las Ichnographias de las juntas. La razon porque las lineas OP, N, M, &c. se ponen perpendiculares à la RS, es, porque las sobredichas lineas son iguales à lo que la buelta de la boveda se aparta en diferentes puntos del plano vertical que se imagina sobre la RS, como se dixo en la Propos. passada: lo qual se mide por las perpendiculares al dicho plano: Luego tambien se han de hazer perpendiculares à la RS en la Ichnographia. De aqui se sacaràn las plantillas, como se sigue.

1. Las plantillas para los paramentos del arco, que corresponden sobre la AB, son las mismas del arco principal, Prop. 1.

2. Las de los lechos se formaràn rectangulares por la parte de AB; y para la del lecho E, fig.7. se tomarà para basa la recta A3. ò vna linea igual à la A3. y sus lados seràn las lineas 1.8.y 2.9. fig.25. Para la del lecho F, se tomarà para basa la misma A3. y sus lados seràn 2.9. y 5.11. y assi de las demàs.

3. Las plantillas para las concavidades se formaràn tomando por basa las subtensas de la concavidad de cada piedra; y por lados, los mismos que se tomaron para los lechos.

Los angulos de los lechos, con las superficies concabas, son los mismos que en el arco principal: y formando, segun ellos, la Regla Cercha, ò Baivel, con esta, y las plantillas sobredichas, se podrà trabajar todo el arco, sin que se necessite de formar plantillas para los paramentos de la frente obliqua, que corresponde sobre la RS, observando en lo demàs lo dicho en la propos. anteced.

PROP. XV. Problema.

Formar qualquiera genero de Arco, por vna frente recto, y que por la otra encuentre con la concavidad de vna Torre redonda; ò tambien, que encuentre con lo concabo de vna media naranja. fig.26.

SUpongase vn arco recto, segun la frente correspondiente, sobre la linea AB, sea de medio punto, ò rebaxado, &c. Mas por exemplo, supongamos sea el de medio punto, y que este se continua hasta encontrar con la concavidad redonda RS de vna Torre: pidese su formacion.

Trasladense à la AB las divisiones mismas del arco fundamental, fig.7. y tirense por ellas las perpendiculares continuadas hasta la concavidad RS, y se tendrà lo que es menester para formar las plantillas.

Las de los paramentos de la frente recta AB, son las mismas del arco fundamental, propos. 1. Las de los lechos se cortaràn, como en los antecedentes. La del primer lecho,

cho, que asſienta à nivel, es A3. 3R. La plantilla del lecho, que corresponde à E en el arco fundamental, fig. 7. tendrà por basa la linea A3. y por lados las lineas 1. 1. y 2.2. que se sacaràn à esquadra con la A3. La del lecho F tendrà la misma basa A3. y por lados, las lineas 4. 4. y 5. 5. y asſi de las demàs. Las plantillas de la parte concaba se haràn tambien de la misma suerte; pero tomando por basas las subtensas; y asſi, la basa de la plantilla para la parte concaba de la primera piedra, serà 3E, y sus lados 3. 3. y 2. 2. que han de ser perpendiculares à dicha basa. Para la segunda piedra se tomarà por basa la subtensa EF, y por lados las 2.2. y 5.5. y asſi en las demàs. Con estas plantillas se cortaràn las piedras, formando tambien vna regla cercha, ò Baivel, que tenga la curvatura propria del arco fundamental, y el angulo de ella con los lechos, segun dixe en la proposicion antecedente.

Pero para que se vea claramente el modo de dàr la curvatura, asſi à los lechos, como à las dobelas inferior, y superior, por la parte en que encuentran con la concavidad de la Torre, lo explicarè en vna de sus piedras, que es la que se representa aparte en Z, correspondiente à la HG del arco principal; (fig.7.) Dividanse por medio, asſi las juntas, como las dobelas, en los puntos S, Q, R, T, y de estos caygan las perpendiculares hasta la periferia concaba de la Torre, como se vè en Z: Hecho esto, para cortar la plantilla del lecho OG, se tirarà aparte en X la linea 5.4. igual à OG, y luego las perpendiculares 5. 5. y 4. 4. iguales à sus correspondientes en la planta; y dividiendo el lado 5. 4. por medio, se tirarà de dicho punto otra perpendicular, que se harà igual à la que le corresponde en la planta entre las 5. 5. y 4. 4. y cogiendo los tres puntos con vna linea curva, quedarà formada la plantilla del lecho GO: de la misma manera se harà la de HP, valiendose de las lineas de su Ichnographia.

Asſimismo se harà tambien la de la concavidad GH, tirando aparte en V la linea 5. 2. igual à GH; y sacando las perpendiculares 5. 5. y 2. 2. iguales à sus correspondientes en la planta, se tirarà en igual distancia de ellas

la

la perpendicular n, n, igual tambien à ſu correſpondiente; y llevando vna linea por los tres puntos extremos, quedarà hecha la plantilla; y de la propria ſuerte ſe harà, ſi pareciere la de la dobela ſuperior convexa: todo eſto ſe puede executar en la miſma piedra con mucho acierto, deſpues de trabajados los lechos, y moldeadas las dobelas con el Baivel: porque con la ſobredicha operacion ſe terminaràn las dobelas, y lechos conforme ſe requiere, para que formen la concavidad de la Torre. Tengaſe preſente eſte modo de obrar, para que en ſemejantes ocaſiones no ſea meneſter repetirle.

Hecho lo ſobredicho, ſe trabajaràn las piedras facilmente por la parte que forman el concavo de la Torre, con vna ſarcha ajuſtada à ſu concavidad; pero poniendola ſiempre à nivèl; eſto es, ſegun aquellas lineas que ſeñalaria el nivèl en la piedra pueſta en la obra: lo que ſe harà en eſta forma aun eſtando la piedra en el taller. Saqueſe del punto P del perfil vna linea perpendicular à P1. haſta que toque la ariſta en el punto E: y eſta miſma ſe colocarà del proprio modo en la plantilla, ò en la miſma piedra, y la ſarcha ſe pondrà ſiempre paralela à ella, y ſe irà moldeando la cara de la piedra. Tengaſe tambien eſto advertido, como lo que en la Prop. 13. ſe dixo de la perpendicular, porque puede aprovechar en muchos caſos.

Supongamos aora aya de continuarſe el ſobredicho arco haſta terminarſe en el concavo esferico de vna media naranja, cuya planta ſea el circulo RS. Para eſte caſo ſe levantarà la perpendicular DO, igual à la ſagita del arco fundamental con ſus miſmas diviſiones, que ſon la Ichnographia vertical de eſte arco: (Prop. 1.) Luego ſe deſcrivirà el arco DP, que ſea ſegmento de vn circulo maximo de la media naranja: eſto es, que ſea parte del quadrante de circulo, que baxando del polo, ò clave de la media naranja, forme angulos rectos con el circulo orizontal, que es ſu baſa: y tirando la tranſverſal OP, paralela à AB, ſe tiraràn tambien las paralelas N, M, &c. como ſe vè en la fig. 26. Con eſtas ſe deſcrivirà la Ichnographia del corte, que haze el arco propueſto con la

media naranja, en esta forma.

Las transversales del triangulo DOP, se iràn passando baxo la peripheria RXS, desuerte, que se terminen por vn cabo en ella, y por otro en las paralelas que baxan de la AB, dirigiendose àzia el centro V: lo qual se podrà hazer, ò como en la propos. passada se tirò la X13. ò tambien poniendo la regla en V, y ajustando segun ella las transversales, desuerte, que vengan justas entre la circunferencia RXS, y la perpendicular su correspondiente. Adaptaràse, pues, la linea transversal OP en la XN: la transversal N, se adaptarà entre la circunferencia, y su linea 4. 4. y determinarà en esta el punto T. La transversal K, se ajustarà entre la misma circunferencia, y la perpendicular 1. 1. y se tendrà en esta el punto Q; y guiando vna linea por los puntos RQTN, serà esta la planta de lo convexo del corte del arco con la boveda: assimismo se descrivirà la planta de lo concavo; adaptando la transversal M, de X à M: la transversal L, desde la peripheria à la linea 5. 5. y la transversal I, desde la peripheria à la linea 2. 2. y tirando vna linea por los puntos señalados. Con esto se tendrà quanto se necessita para cortar las plantillas.

Las de los lechos tienen por basa la linea A3. y las de la concavidad, las substensas del arco fundamental: y los lados de vnas, y otras seràn las perpendiculares, que baxan de la AB, como en otras ocasiones se ha dicho; pero tomadas precisamente hasta el punto, que con el artificio antecedente se señalò por termino à cada vna, como 4T, &c. dandole à cada plantilla por lados las perpendiculares proprias, segun en otras queda explicado, advirtiendo, que todas las plantillas son rectangulares por la parte que miran la AB, por suponerse recto el arco, segun dicha linea. De esta misma suerte se trazaria el mismo arco recto, que encontrasse en vna Torre redonda, cuyo muro por la parte interior fuesse escarpado; solo en que en lugar del arco DP se tiraria vna recta, que formasse el angulo de la inclinacion de dicho muro.

PROP. XVI. Problema.

Formar qualquier Arco en vna Torre redonda, aunque sea escarpada. fig. 27.

1. PIdese la formacion de vn arco, por exemplo, de medio punto, en vna Torre redonda, cuyo muro suba à plomo, segun entrambas superficies. Tirese la recta AB igual al diametro del Arco: descrivase sobre ella el Arco fundamental de medio punto, como se hizo en la fig. 7. ò trasladense de allí sus divisiones con las mismas notas en la AB. Tirense las perpendiculares AF, BG, y dividiendo la AB por medio en D con vna perpendicular, se tomarà en esta desde D vna porcion igual al semidiametro de la circunferencia exterior de la Torre, y con essa distancia se descrivirà el Arco CDE, que serà la planta de la porcion de dicha circunferencia, que ocuparà el Arco que se ha de fabricar: assimismo se descrivirà desde el mismo centro, con el semidiametro de la circunferencia interior de la Torre el Arco FTG: y quedarà hecha la planta del segmento de la Torre, que ocuparà el Arco: Luego se tiraràn de los puntos de la AB las perpendiculares que lleguen hasta la circunferencia concava; y con esto se cortaràn las plantillas en la forma siguiente.

Para hazer las de la frente convexa del Arco, se estenderà à parte en lugar capàz la linea curva CDE, desuerte, que sea recta, y tenga sus divisiones 1. 3. &c. De estas se levantaràn otras tantas perpendiculares, que se haran iguales à las correspondientes en el Arco fundamental; y guiando por ellas las lineas de las circunferencias, se avrà formado otro Arco algo rebaxado, como se ha hecho en otras ocasiones, y assi no le repito en la figura: y allí saldran delineadas las plantillas de los paramentos de la frente convexa del Arco, la qual viene à corresponder sobre su planta CDE. De la misma suerte se formaràn las de la frente concava FTG: pero se ha de advertir, que estas plantillas se deben cortar en materia

flexible, que se pueda doblar sobre las piedras à quienes se les darà la curvatura convexa igual à la de la Torre, con vn segmento de cerchon concavo, segun la convexidad CDE; y la concava, con vn cerchon convexo, que ajuste con la concavidad FTG, cuidando se aplique siempre à la piedra segun nivèl; para lo qual serà conveniente señalar en las plantillas algunas lineas orizontales, que se se podràn tirar en el mismo arco rebaxado que se formò para hazerlas.

Las plantillas para los lechos se haràn con facilidad: porque la del primer lecho es el Trapecio CFHQ. Para el segundo lecho se tirarà aparte la linea 1. 2. igual à la A3. De sus extremidades tirense las perpendiculares 1. 6. 2. 7. iguales à sus correspondientes en la Ichnographia: y cortando de ellas las lineas 1. 1. y 2. 2. quedarà hecha la plantilla, que serà quasi Rhomboyde 1. 6. 7. 2. con las basas 1. 2. 6. 7. algo curvas, cuya curvatura se les darà, como se dixo en la prop. passada: de este mismo modo se haràn las demàs.

De la misma suerte se formaràn las de la dobela concava del arco, tomando por basas las subtenias de las concavidades de las piedras del arco fundamental, que se imagina sobre la AB: y assi, para formar la plantilla de la concavidad de la primera piedra, se tomarà de dicho arco, fig. 7. la subtensa 3E: y se tirarà aparte la linea 3. 2. igual à la 3E: y tirando las perpendiculares 3H, y 2. 7. iguales à las de la Ichnographia sus correspondientes, se cortaràn de estas las 3Q, y 2. 2. tambien tomadas de la misma Ichnographia, y tirando las Q2. H7. algo curvas, quedarà formada la plantilla. Quan curvas ayan de ser estas lineas, es algo trabajoso el determinarlo; pero si se quiere mayor exaccion, se tiraràn del medio de las concavidades de cada piedra del arco fundamental, otras perpendiculares à la AB, que dividiràn tambien la Ichnographia AG, como se hizo en la propos. passada: y con ellas se determinarà el punto de enmedio de la curvatura de estas lineas, de la misma suerte que se han determinado los puntos Q2. y los H7. y por los

tres

tres puntos se descrivirà con mas certeza la linea curva. Y assi en las demàs plantillas.

2. Supongamos aora, que la Torre en que se ha de fabricar dicho arco, sea escarpada por la superficie exterior. En este caso se tirarà la DO igual à la sagita del arco fundamental, que se imagina sobre AB: y en ella se notaràn los puntos N, M, &c. que son la Ichnographia vertical de dicho arco: Luego se tirarà la DP, que forma el angulo ODP, igual à la declinacion del muro, ò à lo que se retira del perpendiculo; y tirando la OP paralela à AB, y de los puntos N, M, &c. las demàs paralelas, se iràn estas passando à la linea DT, empezando siempre del punto D: esto es, la DS se harà igual à la OP, y las demàs se passaràn en la misma forma: Luego se pondrà el pie del compàs en el centro de la Torre, y el otro se estenderà hasta las divisiones hechas en DS, y se descrivиràn vnas porciones de circulo, que se terminen en las perpendiculares correspondientes à cada division: y assi, el arco que sale de la division que se sigue sobre la S, se terminarà en la perpendicular 5. el de la division siguiente, en la perpendicular 4. &c. Luego se tiraràn lineas rectas del centro de la Torre por los puntos que terminan los arcos en las perpendiculares, y se podràn cortar las plantillas como se sigue.

Las de los lechos se cortaràn como antes se dixo: solo que assi como se cortò la porcion 2. 2. se avrà de cortar algo mas: esto es, lo que ay en la Ichnographia desde el punto 2. de la AB, hasta el circulo que termina en la linea 2. y en el otro lado se cortarà lo que ay desde 1. hasta el circulo que termina en esta linea: y assi en las demàs plantillas de los lechos: La razon es, porque estos segmentos que se quitan son lo que la pared se disminuye en aquellos puntos.

Si se quisieren formar plantillas para los paramentos, se estenderà la curva CDE en linea recta, con las divisiones X, Z, &c. vltimamente hechas: y de estas divisiones se levantaràn las perpendiculares, iguales à las del arco fundamental; y se formarà vn otro arco, de cuyos

paramentos se tomaràn las plantillas para los del que se ha de fabricar, que se avràn de cortar en materia flexible: y aunque estas plantillas no sean en rigor las que deben ser, por ser conica la superficie de esta Torre, que continuada feneceria en vn punto; pero es tan poca la diferencia, que se puede despreciar. De aqui se colige el modo de trazar esta especie de Arco, aunque fuesse rebaxado, ù de pies desiguales, ù de otra forma.

PROP. XVII. Problema.

Formar vn arco obliquamente en vna Torre redonda. fig. 28.

SEa la AB la Ichnographia orizontal del Arco fundamental con las acostumbradas divisiones: de las quales salgan las perpendiculares continuadas por toda la crasicie de la pared de la Torre, que es CGEH: cuya parte convexa ha de tocar en la linea AB, à tanta distancia del medio, quanta se quisiere sea la obliquidad del Arco; y con solo esto se cortaràn las plantillas.

1. Las de los paramentos de la parte convexa CE, se haràn, estendiendo primeramente la CE en linea recta con sus divisiones, de las quales se levantaràn las perpendiculares iguales à las correspondientes del Arco fundamental, fig. 7. que se imagina sobre la AB; por cuyas extremidades se descrivirà vn Arco, en quien se tendràn las plantillas que se piden, y se avràn de cortar en materia flexible, para que se puedan doblar sobre la superficie convexa de la Torre.

2. Las de los lechos se haràn como en otras ocasiones se ha dicho; la del primer lecho orizontal en la vna parte serà el Trapecio mixtilineo CGOI, y en la otra el FE. La del segundo lecho se harà cortando en la misma Ichnographia, en la parte BO, la linea 1. 7. igual à la B 3. y sacando la perpendicular del punto 7. se cortarà de ella la linea 7. 7. igual à la linea 2. 2. y à toda la perpendicular 7. se le darà toda la magnitud de la perpendicular 2. Y tirando las lineas 1. 7. y la del otro cabo algo curvas, que-

quedarà formada la plantilla : y asi las demàs.

3. Las de la superficie concava se formaràn asi : Supongamos, por exemplo, se ha de cortar la plantilla para la concavidad de la segunda piedra HG, fig. 7. en el arco fundamental, cuyas perpendiculares son la 2. y la 5. tirese, pues, à parte, como se vè en A, la recta 5. 2. igual à la cuerda del arco sobredicho HG : y sacando las perpendiculares 5X, 2Z, iguales à las sobredichas sus correspondientes, se cortaràn de ellas los segmentos 5. 5. y 2. 2. iguales à los que les corresponden en la fig. 27. y juntando los extremos con las lineas curvas, como dixe en la proposicion antecedente, quedarà hecha la plantilla, y assi las demàs. De la misma suerte se obrarà en otra qualquiera especie de arco : y de aqui se puede tambien colegir facilmente el modo de trazar estos arcos, aunque encontrassen con alguna boveda puesta en lo interior de la Torre.

PROP. XVIII. Problema.

Trazar qualquiera especie de arco recto entre dos bovedas. fig. 29.

SUponganse dos cañones seguidos de boveda, cuyas curvaturas son LP, y GH, paralelos entre sì, y distantes, por exemplo, lo que expressa la LG, è importa fabricar vn arco, que teniendo vna frente en la boveda LP, y la otra en GH, forme puerta, ò transito de la vna à la otra.

Operacion. Sea AB el diametro orizontal del arco, con las divisiones ordinarias del fundamental, fig. 7. que es la Ichnographia orizontal de sus juntas. Dividase la LG por medio en D, con la perpendicular DO, igual à la sagita del arco, y con la Ichnographia vertical de sus juntas, por cuyas divisiones, que son las mismas de la fig. 7. se tiraràn paralelas à la orizontal LG. Por las divisiones de la AB tirense perpendiculares, que passen à vna, y otra parte : Tomese aora con el compàs la DG, y passese desde B arriba, y abaxo, señalando puntos en la per-

pendicular : asimismo se passarà la paralela II del punto 2. à entrambas partes en la perpendicular que passa por 2. la paralela L, à la perpendicular 5. la paralela M, à la perpendicular D: y por estos puntos se passarà la linea curva à vna, y otra parte. Asimismo se passaràn las otras paralelas à sus perpendiculares correspondientes, y guiando por sus puntos otra linea curva, quedarà descripta la Ichnographia del arco con todo lo que es menester para cortar sus plantillas.

1. Las de las frentes, ò paramentos se haràn tirando aparte la AB con sus divisiones, y levantando perpendiculares de cada division, y haziendolas iguales cada vna à la linea curva de la GH su correspondiente : con que saldrà la descripcion de la frente de vn arco levantado de punto, cuyas divisiones, ò partes seran las plantillas para los paramentos, que caen en las bovedas, las quales se cortaràn, como en semejantes casos queda dicho, en materia flexible.

2. Las plantillas para los lechos se cortaràn como se sigue : La del lecho orizontal es el rectangulo AL, por no averse aun contraido alli aumento alguno, por lo curvo de las bovedas. Para la del lecho siguiente se tirarà aparte la linea 1. 2. igual à la A3. que es la distancia entre la dobela exterior, è interior del arco fundamental: trasladense las lineas 1. 1. y 2. 2. perpendicularmente arriba, y abaxo de la linea transversal 1. 2. y juntando los cabos con vna linea, que avrà de ser algo curva, el trapezio V serà la plantilla del segundo lecho ; y en esta misma forma se haràn las demàs, tomando siempre para su latitud la A3.

3. Las que han de servir para las dobelas concabas, se tomaràn para su latitud las cuerdas de su concavidad: como para la primera se harà la linea 3. 2. igual à la cuerda de dicho arco en el fundamental : y de sus extremidades se tiraràn las perpendiculares 3. 3. y 2. 2. como antes à entrambas partes ; y el trapezio X serà la plantilla.

Todo esto se funda, en que no es otra cosa este arco, que

que dos arcos rectos, que teniendo su frente recta sobre la AB, corren el vno à vna parte, y el otro à la opuesta, y encuentran con vna boveda seguida, en la misma forma que el arco explicado en la Prop. 14. Y assi, el modo de obrar es el mismo.

En las quatro Proposiciones siguientes pongo la descripcion, y fabrica de quatro maneras de arcos, cuyas diferencias conviene se tengan previstas: los tres primeros son essencialmente rectos, porque aunque su obliquidad corra por todo el arco; pero vna de sus dobelas, ò sea la convexa, ò la concaba, conserva siempre la rectitud, por tener su exe perpendicular al plano de su frente, ò basa; lo que no observa el que descrivirèmos en quarto lugar, por lo qual es essencialmente obliquo.

PROP. XIX. Problema.

Trazar vn arco aviajado por sola vna parte. fig. 30.

SObre la LR, diametro del arco, descrivase el arco recto, y perfecto, por exemplo, de medio punto; tirense tambien sus juntas àzia su centro A, de cuyas extremidades desciendan del modo ordinario las perpendiculares al diametro: escojase otro centro B, apartado de A segun la cantidad del viage que ha de tener el arco: y con el intervalo BC, descrivase el semicirculo CKH, el qual determinarà quanto ha de ser aviajado el arco: y la vna frente serà la que forman las dobelas paralelas LFR, y GEC, que queda intacta; pero la otra serà la contenida entre LFR, ò otro su igual, que se considera mas adentro, y el arco HKC, la qual, como se vè en la figura, no es igual, sì que queda cortada: con esta descripcion se formaràn las plantillas.

1. Las de la frente intacta son las comprehendidas entre los arcos paralelos LFR, GEC: y las de la frente opuesta son las que se comprehenden entre los dos circulos LFR, HKC, que no son paralelos, como se expressa en la misma figura.

2. Las plantillas para los lechos se haràn assi. Tirese aparte la EF, igual à la LG: y la perpendicular FG, igual

igual à la craficie, ò profundidad del Arco; y formese el rectangulo EG, el qual serviria sin duda de plantilla para todos los lechos, si el Arco no fuera aviajado; pero por serlo es menester cortarle: y assi se harà la GH igual à la GH de la figura mayor; la GI, à la GI; la GK, à la GK; y assi de las demàs; y el Trapecio EFHL serà la plantilla del primer lecho: EFIL, para el segundo, &c. cada vna para su correspondiente.

No ay necessidad de plantillas para las dobelas concavas; porque allanadas las frentes enteras, se estienden sobre ellas sus proprias plantillas, y se les dà su figura: Luego con la esquadra se trabajan los lechos; y estendiendo sobre ellos sus plantillas, se les dà la forma que han de tener, y se concluye la obra.

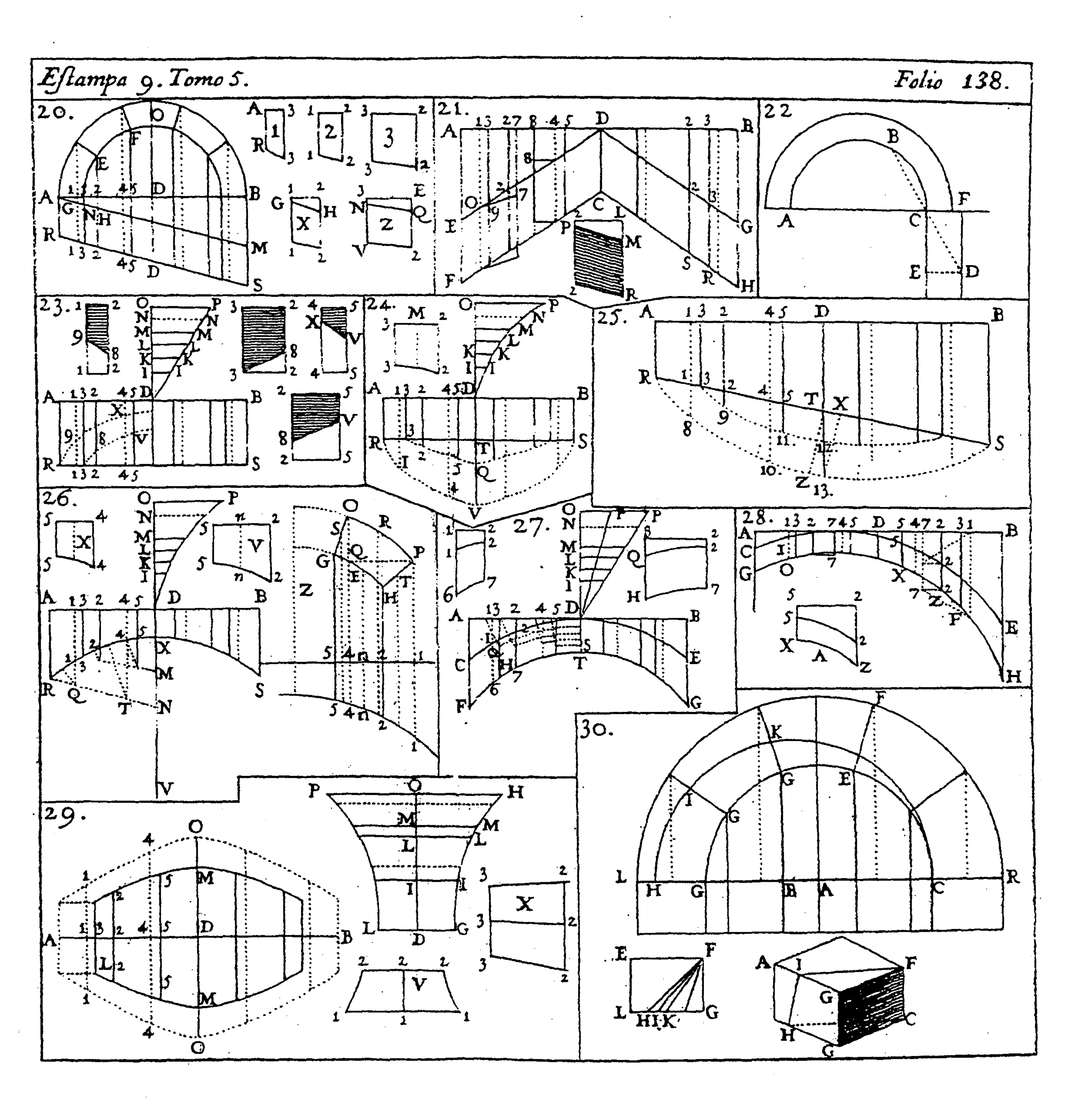
En este, y los siguientes Arcos à viaje se trabajan con mas facilidad las piedras por el modo que dixe en la propos. 8. lib. 1. Porque formandose primeramente la piedra AC, como para vn Arco ordinario, se notaràn en ella las GI, GH, iguales à sus correspondientes en la figura; y tirando las IF, HC, se cortarà el pedazo IHGCF, y quedarà formada la piedra; y assi en las demàs.

PROP. XX. Problema.

Describir vn Arco aviajado por entrambas frentes; pero imperfectamente.

EL viaje de que se hablò en la proposicion passada, corre por toda la craficie del arco; porque empezando de la que està entera, corre hasta la opuesta, que està cortada con el arco de circulo excentrico: pero en este se suponen cortadas entrambas frentes con los circulos excentricos; y el viaje que de cada vna de ellas se imagina, solo se estiende hasta la mitad de la craficie, ò profundidad del Arco: porque si passasse mas adelante, seria el arco del todo aviajado, de que hablarèmos en la proposicion siguiente.

No es, pues, otra cosa este arco que dos de los antecedentes, que vienen à juntarse por los planos de sus fren-



frentes, teniendo encontradas sus secciones excentricas: esto es, el vn Arco àzia la derecha, y el otro àzia la izquierda. El modo de trazar las plantillas, y cortar sus piedras, es el mismo; y assi no se necessita de mas difusa explicacion. Solo advierto, que las plantillas de los lechos seràn medio quadrangulas, y medio trapecias, por no ser otro que dos plantillas semejantes à las de la proposicion passada, vnidas encontradamente: y lo mismo digo de las que se formaren para las concavidades.

PROP. XXI. Problema.

Descrivir vn Arco totalmente aviajado. fig. 31.

SEa AC el diametro del claro del Arco que se pretende descrivir, y AB la distancia de la dobela interior, y exterior. Dividase la AC en dos partes iguales en S: y de S, como centro, con el intervalo SA, hagase el semicirculo AHC: y dividiendo la BC tambien por medio, hagase el Arco BLC, y quedarà descripta la frente anterior del Arco, que serà BLCHA, y se supone corresponder sobre la PQ. Imaginese aora el mismo semicirculo AHC en la frente opuesta interior del Arco; y dividiendo la AD por medio, descrivase el semicirculo AND, y quedarà descripta la frente interior, que es DNAHC, y se imagina corresponder sobre la AD: y tirando las juntas àzia el centro S, se tendrà lo necessario para cortar sus piedras, que en este Arco se hara mejor por modo 2. de la prop. 8. lib. 1.

Supongase, pues, la primera piedra ABEF cortada como para vn Arco ordinario, y recto, como se vè en X: cortese alli la linea AB, igual à su correspondiente AB en la figura grande: y en el superior cortese la EF, igual tambien à su correspondiente. En la frente opuesta en el punto inferior A, no se corte nada; pero en lo superior cortese FI, igual al otro FI: y aplicando la cercha de la circunferencia exterior à los puntos B, y E, señalese el Arco BE: y tirando las EI, BA, se cortarà todo lo superfluo de la piedra, dexando solamente la porcion ABEIFA.

Su-

Supongase asimismo la segunda piedra, cuyo circulo interior es FH, cortada como para el arco recto, y entero, como se vè en Z; y en la cara anterior cortense las FE, HL, iguales à sus correspondientes; y en la cara opuesta, è interior cortense las FI, HK, iguales asimismo à sus correspondientes; y con la cercha exterior señalese el arco EL: y tirando las LK, EI, se cortarà la piedra, dexando solamente la porcion FLHI.

Para formar la clave, se cortaràn en su frente anterior las LH, MO, y en la interior las HK, MN; y aplicando la cercha se señalarà lo que se ha de cortar de la clave, que saldrà algo tortuosa. De la misma suerte se trabajaràn las piedras del otro lado.

PROP. XXII. Problema.

Descrivir qualquier arco perfectamente obliquo. fig. 32.

TOdos los arcos, y bovedas de que hasta aqui hemos hablado, son essencialmente rectos, aunque cortados obliquamente; aora empezamos à tratar de los que son essencialmente obliquos: esto es, que son secciones de cilindros obliquos: y todo lo que dirèmos del arco, por exemplo, de medio punto, se entenderà de los rebaxados, levantados, y de pies desiguales: pues suponiendoles à estos por fundamentales, en todo lo demàs se procede sin diferencia alguna.

Sea, pues, la recta AB el diametro del arco: descrivase sobre ella el arco semicircular con sus juntas, perpendiculos, è Ichnographia (prop.7.) Tirese por su centro D el exe PO obliquo, mas, ò menos, segun lo ha de ser el Arco: por las divisiones de la AB tirense las paralelas, que seràn la Ichnographia orizontal de las juntas: tirese tambien la FG, perpendicular al exe PO, que lo serà asimismo à todas las paralelas: y determinada la profundidad que ha de tener el arco, que supongo sea SR, se perficionarà el paralelogramo TB; y quedarà concluida la planta del arco, para cortar sus plantillas.

1. Las de los paramentos de entrambas frentes son

las

las mismas del arco fundamental, fig.7.

2. Si se quiere formar regla cercha, ò baivel ajustado à los angulos de los lechos con la concavidad, se tirarà aparte vna linea igual à la FG con las mismas divisiones, que hazen en esta las paralelas: de cada division se levantaràn perpendiculares iguales à las del arco fundamental, cada vna à su correspondiente: y tirando por sus extremidades las lineas curvas, quedarà formado vn arco recto, segun el modo 5. prop. 3. en el qual se veràn claramente los angulos de las juntas, ò lechos con la superficie concava; y segun ellos, se cortarà la regla cercha, la qual serà certissima, por ser assi el exe, como sus paralelas perpendiculares al plano del arco vltimamente descripto à quien ajusta la regla cercha, ò baivel.

3. Las plantillas para los lechos, se haràn como se sigue: La del lecho orizontal, que es el primero, es el paralelogramo AH de la misma planta. La del segundo lecho ha de tener por lados las paralelas 1. y 2. pero han de distar entre sì mas que en dicha planta. Tirese, pues, del punto 2. la recta 2. 8. perpendicular à la linea 1. Y en vna carta aparte tirese la recta 1. 1. igual à la recta 1. de la planta: cortese en la que se tirò aparte, la recta 1. 8. igual à la 1. 8. de la planta: del punto 8. levantese vna perpendicular larga à discrecion: tomese con el compàs la A3. de la planta, y poniendo en el punto 1. de la plantilla el vn pie, con el otro se cortarà la perpendicular que se levantò del punto 8. y tirando la 1. 2. perficionese el paralelogramo, y esta serà la plantilla para el segundo lecho: consta de la prop. 6. lib. 1. La plantilla para el tercer lecho, se cortarà assi: Porque sus lados han de ser las lineas 4. y 5. de la Ichnographia, se tirarà, como antes, la perpendicular 5. 9. y aparte se harà la recta 4. 4. igual à la linea 4. de la Ichnographia, y en ella se cortarà la 4. 9. igual à la de la planta: y levantando vna perpendicular del punto 9. se ajustarà la 4. 5. igual à la A3. y se perficionarà el paralelogramo, que serà la plantilla que se pretende.

4. Las plantillas para la parte concava se haràn del mis-

mismo modo que las antecedentes. La de la primera concavidad tiene por lados las lineas 3. y 2. Tirese, pues, del punto 2. la perpendicular 2. 7. y en el papel à parte hagase la 3. 3. igual à la linea 3. de la planta; y cortese en ella 3.7. igual à la porcion 3. 7. de la misma planta; levantese la perpendicular del punto 7. y tomando con el compàs la cuerda de la concavidad el Arco fundamental, se ajustarà de 3. à 2. y perficionando el paralelogramo, quedarà hecha la plantilla: y asi de las demàs.

PROP. XXIII. Problema.

Trazar qualquiera especie de Arco obliquo entre dos bovedas, fig. 32.

SEan como en la propos. 18. dos cañones de boveda, cuyas curvaturas son RO, SQ, distantes entre sì lo que dize la RS: y se ha de fabricar vn arco obliquo, que tenga vna frente en la boveda RO, y lo otro en la SQ.

Operacion. Levantense las perpendiculares RO, SO, iguales à la sagita del Arco fundamental; y divididas en sus puntos, como en la fig. 7. tirense por las divisiones las OO, NN, &c. paralelas à RS: ajustense aora perpendicularmente estas paralelas, entre la TR, y las lineas obliquas, cada vna à su correspondiente, desuerte, que siendo perpendiculares à la TR, corten las paralelas obliquas, con lo que quedaràn estas aumentadas, segun lo que cada vna ha de menester para alcançar la boveda: como por exemplo; la OO servirà para aumentar la linea de enmedio, adaptandola en la forma dicha: La NN, NN para la linea 4. la LL, para la 5. la I. I. para la 2. y asi las demàs, como se vè en la figura; y lo mismo se harà sobre la AB, por suponerse correr por alli otra boveda: con esto se podran cortar las plantllas.

1. Las de las frentes se cortaràn en materia flexible, para que doblandose se puedan ajustar à lo concavo de la boveda. Para formarlas se tirarà aparte la linea TR con las divisiones que nuevamente hizieron en ella las perpen-

pendiculares: esto es, con los puntos M, O, L, N, I, K, de estos puntos se levantaràn perpendiculares, iguales à las lineas curvas de los segmentos del arco RO, cada vna à su correspondiente: como del punto K se levantarà la perpendicular igual al arco RK: del punto I, se levantarà perpendicular igual al arco RI; y asi de las demàs: y tirando por las extremidades vna linea curva, quedarà formado vn arco, en quien se hallaràn delineadas las plantillas de las frentes, que se ajustaràn à la concavidad de la boveda. No he delineado este arco, por entenderse toda la operacion facilmente con lo dicho.

2. Para las plantillas de los lechos, se formaràn las mismas que en la proposicion passada, como si no intervinieran las bovedas: y añadiendoles los aumentos que se han determinado yà en la Ichnographia, quedaràn descriptas: como por exemplo; à la plantilla, cuyos lados son 4. 4. y 5. 5. se añadiràn à entrambas partes las lineas 4N, 5L, iguales à sus correspondientes en la figura de la Ichnographia, y quedarà formada la plantilla. La del primer lecho, que es orizontal, serà el mismo paralelogramo AH.

3. Las de las dobelas concavas del arco, se haràn de la misma manera, añadiendo à las formadas en la propos. antecedente los aumentos que para cada vna corresponden en la Ichnographia.

Si asi como este arco se termina en las bovedas sobredichas, se terminasse en vna pared escarpada, estos mismos segmentos, en lugar de añadirles, se quitarian de los mismos lados, como se colige de lo que en otra parte se dixo.

PROP. XXIV. Problema.

Formar qualquiera especie de arco obliquo en vna Torre redonda. fig. 33.

EL arco que aqui delineamos es muy diferente del que se delineò en la propos. 17. porque alli se descriviò vn arco recto: esto es, que es parte de vn cylindro recto, pero que se formasse obliquamente en vna Torre re-

redonda, ò que esta lo cortasse con obliquidad; pero el que aora se descrive es por su naturaleza obliquo, por ser parte de cilindro obliquo: y de la misma suerte que se delinearà el circular, se delinearàn los rebaxados, levantados, y de pies desiguales.

Operacion. Tirese la linea AB, diametro del arco fundamental, con las mismas divisiones con que se halla dividida en la Prop. 9. lib. 1. fig. 7. Tirense de cada division lineas paralelas al exe obliquo del arco que se ha de descrivir, que traviessen la craficie de la pared de la Torre, que supongo sea RSVT. Tirese la BC perpendicular al exe, y por consiguiente à todas las paralelas, la qual serà el diametro del arco recto imaginario; y trasladandola aparte con todas las divisiones que hazen en ella las paralelas, se levantaràn de dichas divisiones vnas perpendiculares iguales à las del arco fundamental, y se avrà formado el arco recto sobredicho, cuyas juntas, y concavidades formaràn el angulo de los lechos con las concavidades que ha de tener el arco que se fabrica; y assi se cortarà segun dicho angulo la regla cercha, que servirà para cortar las piedras. Hecho esto se formaràn las plantillas, como se sigue.

1. Si se quieren formar las plantillas para la frente convexa RDS, se estenderà aparte la RDS, de suerte, que sea linea recta con las mismas divisiones, de quienes se levantaràn perpendiculares iguales à sus correspondientes en el arco fundamental, y quedarà delineado vn arco, cuyas frentes seràn las plantillas que se desean; y se cortaràn en materia flexible, para que doblandose se adapten à la superficie curva de la Torre. De la misma suerte se formaràn las de las frentes de la concavidad TDV. La razon de esto es clara, porque imaginando levantado perpendicularmente sobre la AB el arco fundamental, todas las lineas que salen de las extremidades de sus juntas, y corren paralelas al orizonte, encontrando en la Torre, vienen à herirla en puntos que distan del orizonte, tanto quanto sus correspondientes en el arco fundamental; y por consiguiente las perpendiculares de entrambos han de ser necessariamente iguales.

2. Las

2. Las plantillas de los lechos se trazaràn como se sigue: La del lecho primero, y orizontal, es la figura TY. La del segundo lecho se trazarà tirando aparte la recta 1. 2. igual, no à la A3. sì à la linea CO del arco recto; y tirando por sus extremidades las perpendiculares 1. 1. 2.2. que sean iguales à sus correspondientes en la planta TS, quedarà formada la plantilla. Para la del tercer lecho se harà la 4. 5. igual à la misma CO, y las perpendiculares se haràn iguales por vna, y otra parte à las 4. y 5. sus correspondientes en dicha Ichnographia: la curvatura por los lados, que estàn en la periferia de la Torre, se harà como en la proposicion 15.

3. Las plantillas para la concavidad del arco, se haràn tomando la O2. igual à vna de las subtensas del arco recto que se hizo aparte sobre la AB; y por sus extremidades se tiraràn las perpendiculares, igualandolas con sus correspondientes en la Ichnographia; como para la primera piedra se harà la OY de la plantilla, igual à la OY de la Ichnographia; y la 2. 2. à la 2. 2. y assi en las demàs, tomando siempre la OY para transversal, y los lados iguales à los que fueren sus correspondientes.

De aqui se colige facilmente el modo de trazar este arco, en caso que la Torre fuere escarpada, pues solo seria menester ir acortando las lineas obliquas, que entran en la traficie de la Torre, segun se hizo en la propos. 16. y assimismo se procederia, caso que se huviere de formar este arco obliquo en vn angulo, formando su planta como en la propos. 10. solo que las lineas cortarian con otra obliquidad las paredes, por ser obliquas à la AB.

PROP. XXV. Problema.

Descrivir qualquiera Arco rectamente inclinado, que encuentra, y se termina en vn cañon de Boveda. fig. 34.

EN esta, y las siguientes proposiciones se explican los arcos inclinados: esto es, cuyo exe no es perpendicular à la frente, ò basa del arco, sì que se inclina àzia

baxo, los quales son por esta causa obliquos; y en consequencia à lo dicho en la propos. 7. puede ser en ellos esta obliquidad accidental, ò *essencial*. Serà accidental, si siendo porciones de cilindro recto, son cortados obliquamente por sus frentes con planos, ò paredes verticales; y serà essencial, si son ellos porciones de cilindros obliquos. Assi vnos como otros, à mas de la sobredicha obliquidad, que podemos llamar, *Vertical*, pueden tener otra obliquidad *lateral*, ò *orizontal*, como la que tenian los arcos obliquos, de que hasta aora se ha tratado. A los que carecieren de esta segunda obliquidad llamarèmos, *rectamente inclinados*, y à los que la tuvieren, *obliquamente inclinados*.

Lo principal que se requiere para descrivir, y trazar estos Arcos, es la formacion del arco recto: esto es, del arco, cuya sagita es perpendicular al exe del inclinado, ò declinante que se fabrica; el qual, aunque es vn arco supuesto, y como fingido, pero sirve para la descripcion del real, y verdadero, cortando, segun sus angulos, las reglas cerchas, y vaibeles, como hemos visto en las proposiciones passadas, y se verà en las siguientes.

Supongamos, pues, se ha de descrivir vn arco, en quien el plano de su frente sea basa de vn cilindro inclinado, cuya seccion serà el arco, y por consiguiente, serà essencialmente obliquo; y que dicha frente sea de vn arco de medio punto, cuyo diametro vertical sea DO: sea tambien el exe del arco la inclinada DD; y porque este arco ha de incurrir, y terminarse en vna boveda, sea DC la seccion de esta, en quien se termine el arco. Haganse en la DO las divisiones mismas de la propos. 9. lib. 1. por las quales se tiraràn las paralelas al exe, terminandolas en la buelta DC. Tirese aora del punto D la recta DE, perpendicular al exe, y à sus paralelas.

Hecho esto, se hallarà facilmente el arco recto, porque su sagita serà la linea DE: cortense, pues, en las paralelas las HS, FG, &c. iguales à las lineas transversales sus correspondientes en el arco fundamental de la fig. 7. y tirando las curvas por sus extremidades, quedarà formado

do el arco recto ; y bastarà formar su mitad, como en la figura. Si pareciere, se podrà hazer à parte el arco recto trasladando la linea AD, que sea el semidiametro del arco fundamental con sus divisiones, y levantando de sus puntos las perpendiculares ; pero no iguales à las DI, DK, &c. si à las DF, DP, &c. y descriviendo por sus extremidades la circunferencia. Hecho esto, se haràn las plantillas, como se sigue.

1. La del lecho orizontal serà el rectangulo 3L, que tiene por lado menor la A3. y por el mayor la AL, igual à la DD. El segundo lecho, que es el de la junta siguiente, se harà tirando la GG, igual à la GG del arco recto: y tirando las perpendiculares, se cortarà la linea GK igual à la PK, y la GR igual à la PR : y assimismo se harà la GI igual à la FI, y la GQ igual à la FQ, y el plano RKIQ serà la plantilla; y assi de las demàs.

2. La plantilla de la concavidad G3. se harà tirando aparte las G3. y sacando perpendiculares à sus extremidades, de las quales la 3D ha de ser igual à la DD : la GI, à la FI : y la GQ, à la FQ: y el trapezio 1. 3. DQ serà la plantilla, y assi las demàs ; pero la del concavo de la clave serà vn rectangulo, que ha de tener por vn lado la HS duplicada, y por el otro la LT.

Si no huviere encuentro con la boveda DC, si que el muro fuesse de igual craficie, las longitudes de los lados, que se han tomado hasta la DC, se tomarian hasta la DV; y si el muro fuesse escarpado segun la DX, se tomarian hasta esta linea las longitudes sobredichas. Y si la pared fuere escarpada segun la frente DO, se tiraria esta linea inclinada àzia la DE, segun fuere la cantidad de la escarpa.

3. Si se quisieren hazer plantillas para las frentes de las piedras del arco, que formen la concavidad de la boveda DC, se tiraria aparte el diametro orizontal del arco fundamental con sus divisiones ; y de estas se levantarian perpendiculares iguales, no à las DI, DK, &c. si à los arcos DQ, DR, DT, y por sus extremidades se tiraria vna linea curva, con que se formarian alli mismo las

plantillas en plano, que se cortarian en materia flexible, para que se pudiessen ajustar à las concavidades. Tambien si feneciendo el arco en la escarpa DX se quisieren formar plantillas para aquellas frentes, se obraria del mismo modo, tomando para las perpendiculares sobredichas las divisiones correspondientes en dicha DX.

Todo lo que en este caso se ha dicho del arco de medio punto, se debe asimismo entender del rebaxado, ù de qualquiera otro, sin mas diferencia, que en lugar de tomar por fundamental el de medio punto, se avria de tomar el rebaxado, ò el que se pidiere.

PROP. XXVI. Problema.

Describir un arco rectamente inclinado, que por la una frente sea recto, y por la otra obliquo. fig. 35.

NOtese la practica siguiente, porque servirà en muchos casos, para cabal desempeño del Architecto. Para ella se ha de hazer primeramente lo mismo que en la Proposicion passada: esto es, tirar la DO, fig. 34. que es la sagita del arco fundamental con sus divisiones: y tirando tambien el exe inclinado DD, se tiraràn por dichas divisiones las paralelas al exe: y tirada la perpendicular DE, se formarà el arco recto. Hecho esto, se passarà à trazar el arco, como se sigue.

Tirese la AB, fig. 35. igual al diametro orizontal del arco fundamental con sus acostumbradas divisiones: y sacando las perpendiculares AC, BD, iguales à la craficie de la pared (que como se supone, es mayor en AC, que en BD) se juntarà la CD, y el trapezio CB serà la planta de la pared: De las divisiones de la AB, se tiraràn las perpendiculares, que traviessen toda la pared hasta su superficie obliqua CD. Añadese à la BA seguidamente la AO, igual à la sagita, ò semidiametro vertical del arco fundamental, tambien con sus divisiones acostumbradas. Tirese la inclinada AS, segun la inclinacion que ha de tener el arco, y por las divisiones de la AO haganse sus paralelas. Tirese tambien la AE perpendicular à la AS, y

y por consiguiente à todas sus paralelas. De todos los puntos de la linea obliqua CD, tirense paralelas à la AB, que llegue cada vna precisamente hasta cortar la inclinada su correspondiente, en la qual se señalarà el punto en que la cortàre: como por exemplo, la paralela que sale del punto D, darà en la inclinada AS el punto G: la que sale del punto 1. darà en la inclinada K el punto Y: y, assimismo, la que viene del punto 3. darà en su correspondiente AS otro punto H, y assi de las demàs: se han omitido estas paralelas en la figura, por evitar confusion.

Hecho esto, se formarà el arco recto, como en la Proposicion passada. Tirando aparte la AB con sus divisiones, y levantando de ellas las perpendiculares, que se tomaràn, no de la linea AO, sì de la AE: y en este arco se hallaràn formados los angulos que forman los lechos de las piedras con sus superficies concabas, y se cortaràn las reglas cerchas ajustadas à los angulos sobredichos. No he descripto este arco, por ser su practica la misma que la de la Proposicion antecedente. Con esto se cortaràn las plantillas como se sigue.

1. Las de la frente AB son las mismas del arco fundamental.

2. Las de los primeros lechos, que en el caso presente son inclinados, y el vno mayor que el otro, se trazaran en esta forma: Tirese aparte la A3. igual à la A3. del arco fundamental, que es la distancia de la dobela concaba à la convexa: saquense de sus extremidades las perpendiculares largas à discrecion: cortese 3G igual à AG, y la AH igual à la AH de la figura grande, y el trapezio AG serà la plantilla del primer lecho del cabo B. Hagase tambien 3S igual à la AS, y la AR igual à la AR de la figura grande, y el trapezio AS serà la plantilla del primer lecho del cabo A.

Para el segundo lecho se tirarà la linea PQ, igual à la segunda junta del arco recto, que se formò aparte: y tirando los lados perpendiculares, se transferiràn à ellos las PK, QI, PY, PZ, QV, QX, y serà el trapezio KV la

plantilla del ſegundo lecho de la parte D, y el KX la del ſegundo de la parte A: en eſta miſma forma ſe cortaràn las plantillas para los demàs lechos.

3. Para las concavidades de eſte arco ſe haràn las plantillas de eſta manera: Para la primera ſe tirarà à parte la AQ, igual à la primera ſubtenſa del arco recto: y tiradas las perpendiculares, ſe añadirà la QI igual à ſu correſpondiente: luego ſe haràn las AH, AR, IQ, QX, iguales aſsimiſmo à ſus correſpondientes en la figura grande, y el trapezio IH ſerà la plantilla de la concavidad menor, que es la que cae àzia B: y el trapezio IR ſerà la del mayor, que cae àzia A. La que ha de ſervir para la ſegunda concavidad ſe harà de la miſma ſuerte, tirando la Q8. igual à la ſubtenſa ſegunda del arco recto, y ſacando los lados perpendiculares, ſe traſladaràn à ellos las diviſiones de las paralelas ſus correſpondientes, que ſon las IX, L7. y el trapezio LX ſerà la plantilla de la concavidad mayor de la parte A: y LV ſerà la de la concavidad menor àzia B. La tercera plantilla, que es para la clave, ſe harà tirando la linea 8. 8. igual à la ſubtenſa de la clave del arco recto: y tirando las perpendiculares, ſe traſladaràn à ellas de ſu correſpondiente las 8L, 8L: y las 8. 9. 8. 7. y el trapezio L7. ſerà la plantilla de la clave.

4. Las plantillas para la frente obliqua, que correſponde ſobre CD, ſe haràn, tomando primero arbitrariamente la B& en la BD: y haziendo la AT de tal magnitud, que exceda à la B& con el miſmo exceſſo SG, en que la inclinada AS (que ſe ha de imaginar ſobre la AÇ en vn miſmo plano vertical haſta el muro CD) excede à la inclinada AG, que es igual a la inclinada correſpondiente en el miſmo vertical ſobre la BD haſta el muro, y tireſe la linea T&, ſobre eſta linea, empezando de ſus diviſiones, ſe levantaràn lineas verticales: eſto es, perpendiculares à la AB, haziendolas iguales cada vna à ſu correſpondiente en el arco fundamental, y reſultarà de ellas vn arco de pies deſiguales, por quedarſe el punto &, mas alto que el punto T: cuyas frentes ſerviràn de

plan-

plantillas para las frentes del arco, que corresponden sobre las CD, el qual por esta parte serà de pies desiguales.

Demonstr. Considerese, que por AB passa à plomo vna pared, y otra por CD; y que estas lineas estàn tiradas à vn mismo nivèl en dichas paredes, cada vna en la suya. Esto supuesto, el punto A es el primero de que empieza la dobela exterior del arco, cuyo diametro es AB; y porque este arco es inclinado, el punto correspondiente à A en la pared CD, y primero alli de la dobela exterior, estarà mas baxo que A, quanta es la inclinacion; y como esta sea igual al angulo CAS, si se considera la CS pendiente perpendicularmente àzia baxo, serà el punto S el principio de dicha dobela exterior en la pared CD. Imaginese aora sobre el punto 2. de la AB, levantada perpendicularmente vna recta igual à la AI su correspondiente (segun se puede vèr en la fig. 7.) y por el punto 2. de la CD considerese otra perpendicular indefinida, que por consiguiente serà paralela à la primera. Es claro, que si del punto mas alto de la primera perpendicular sale vna linea inclinada con la misma inclinacion que tiene la AS, ò IX, esta encontrarà con la perpendicular segunda, que se levantò del punto 2. de la CD: y terminandose alli, quedarà determinada su longitud IX: Y como lo mismo sea obrar lo sobredicho, tirando en el plano del papel las lineas AI, y la paralela 2X, se sigue quedar bien determinado, segun nuestra practica, el punto X, y longitud de la inclinada IX en el concurso de esta, con la paralela que sale del punto 2. de la CD. De la misma suerte se discurrirà en las demàs, considerando las secciones de la AO, puestas verticalmente en los puntos de la AB sus correspondientes.

Solo falta demonstrar, que la frente del arco que corresponde sobre la CD es de pies desiguales, y que se descrive con acierto por la regla dada. No ay duda en que el plano inclinado, que passa por el exe del arco, y por sus dos pies A, y B, continuado cortarà la pared que està sobre CD: es tambien cierto, que por ser dicho pla-

no inclinado, por la parte AC, mas larga desciende mas que por la BD, que es mas corta: luego el punto D, queda mas alto que el punto C; y por consiguiente, el arco sobre CD, tendrà el pie D, mas corto que el pie C: luego es de pies desiguales.

Tambien la linea AS, es la longitud inclinada del arco por la parte AC: assimismo la AG, es igual à la longitud inclinada del arco por la parte BD, como consta de lo dicho: de que se sigue, que si la AS se pusiere baxo la AC, y la AG baxo BD, y por sus cabos se tirasse vna linea, esta seria la seccion del plano inclinado arriba dicho con la pared obliqua CD; y siendo la T& paralela à esta linea, en virtud del modo con que se descriviò, tendrà la T& la misma magnitud, y obliquidad que la sobredicha: luego siendo aquella el diametro de la frente, que resulta de la comun seccion del arco con la pared obliqua CD, lo mismo serà obrar sobre ella, que sobre la T&. Teniendo, pues, la frente del arco sobre D, la misma altura que el fundamental, se descrivirà bien dicha frente con las perpendiculares mismas del fundamental, levantadas sobre las divisiones de la T&, como hemos hecho: luego es cierta nuestra regla, la qual he querido demonstrar à la larga, por servir para muchos casos, y para que se haga mayor concepto del fundamento de semejantes operaciones.

PROP. XXVII. Problema.

Descrivir vn Arco rectamente inclinado, cortado obliquamente por entrambas caras. fig. 36.

EL arco que aora hemos de descrivir, es vn semicilindro, que tiene por basa vn semicirculo vertical, y desciende rectamente con inclinacion; y es cortado obliquamente por las dos superficies CB, DF, de la pared DB. La practica sera la misma que la de la proposicion antecedente.

Por quanto la recta BC, es obliqua al exe DX del arco, se tirarà la AB perpendicular à dicho exe, y serà el

el diametro orizontal del arco fundamental: tirese la DD, que forme con la DA vn angulo igual al de la inclinacion, que ha de tener el arco: añadase en derechura de la BA, la DO, sagita del mismo arco fundamental con sus acostumbradas divisiones. Por las divisiones de la AB, tirense las perpendiculares, que corràn de la vna à la otra superficie de la pared; y por las divisiones de la DO, tirense paralelas à la DD, las quales denotaràn los lados de los lechos, que son paralelos al exe. Por las divisiones de la CB, tirense ocultamente paralelas à la AB, y notese el punto en que cada vna de ellas corta à la inclinada su correspondiente: como, por exemplo, la paralela que sale de C, cortarà la DD en E: lo que sale de 1. cortarà la KS su correspondiente en S, &c. Con que las paralelas de los puntos C. 1. 4. D. 4. 1. B. formaràn la periferia exterior, que se vè en la figura; y las que provienen de los puntos 3. 2. 5. D. 5. 2. 3. formaràn la interior: hagase lo mismo en la linea DF, y se formaràn las otras periferias sus correspondientes: tirese vltimamente la EG perpendicular à las inclinadas.

Hecho esto, se descrivirà el arco recto en esta forma: Sobre las divisiones de la AB, levantense perpendiculares iguales à las divisiones de la linea EG, y en este arco recto se hallaràn los angulos de los lechos con las concavidades, para cortar segun ellos la regla cercha, ò baivèl: las plantillas se formaràn como se sigue.

1. La del lecho C3. se harà tirando aparte la linea EE, igual à la distancia del circulo interior, y exterior del arco recto, que es la A3. en la AB; y tirando las perpendiculares, se haràn las EI, EH, iguales à sus correspondientes; y la ED, igual à la ED, su correspondiente, y DH, serà la plantilla 1. Para el lecho primero de la otra parte, se harà tambien la EE, igual à vna junta del arco recto, y en sus perpendiculares se haràn las Ef, Ea; Ed, Eb, iguales à sus correspondientes, y serà la plantilla ad. num. 2. La de 1. 2. de la parte CD, se harà en la misma forma, tomando las ET, ET, y las ES, ES, iguales à sus correspondientes, y serà la plantilla ST, num. 3. Para

la

la de 1. 2. de la otra parte BF, se vsarà de las lineas XX, VV, y se obrarà de la misma manera.

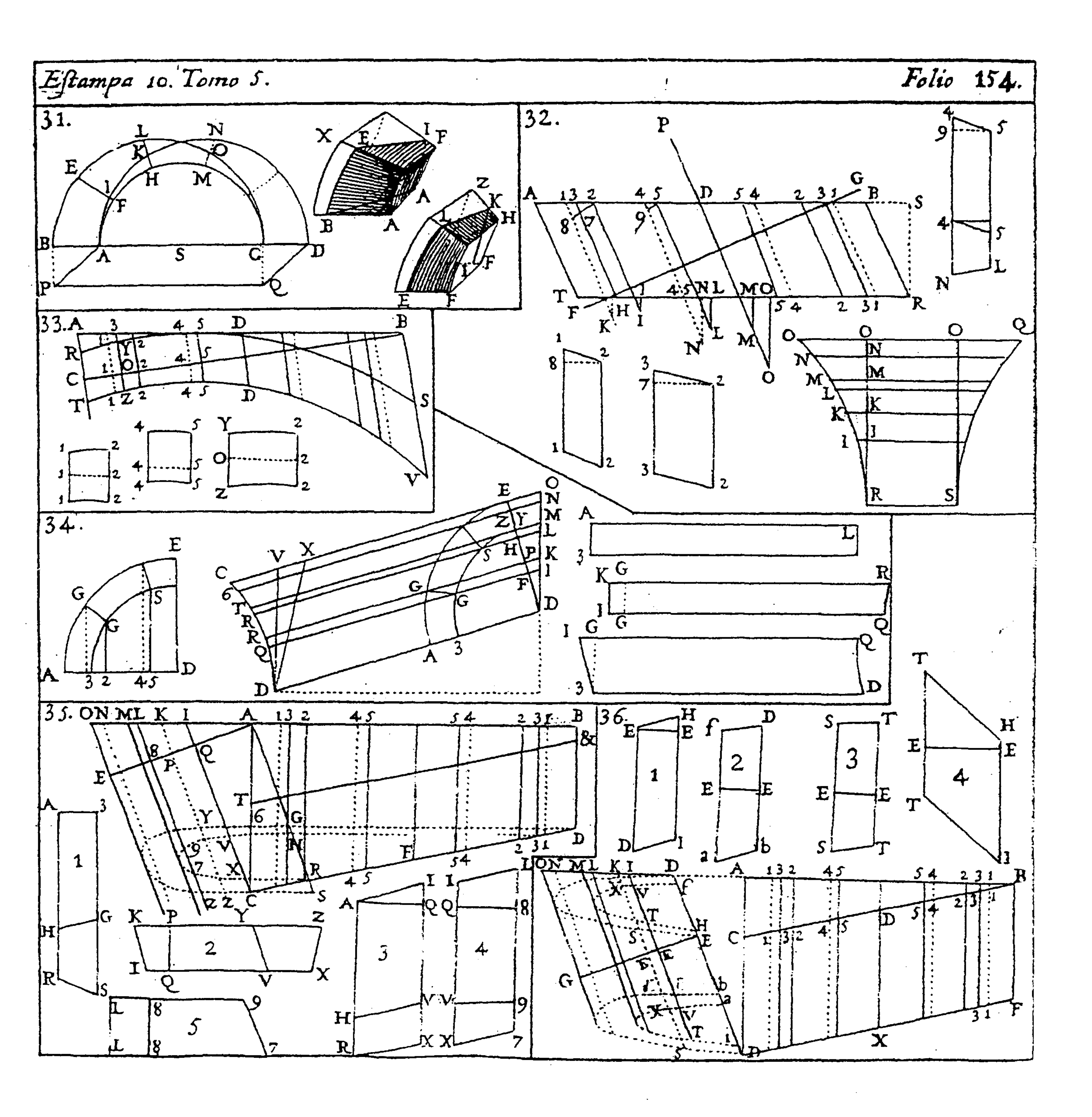
2. Para la concavidad 3. 2. de la parte de CD, se tomarà la EE igual à la subtensa del arco recto; y transfiriendo à sus perpendiculares las EH, EI, y las ET, ET de sus correspondientes, quedarà hecha la plantilla, como se vè en el num.4. De la misma suerte se harà la de 3.2. de la parte BF, vsando de los puntos f, y a, para vn lado, y de los puntos VV para el otro: y assi en las demàs concavidades.

3. Las plantillas para la frente obliqua CB no son precisas, pues sin ellas se puede concluir toda la obra, y assimismo el modo de cortarlas, que es semejante al que expliquè en la Prop. anteced. num.4.

PROP. XXVIII. Problema.

Formar vn Arco rectamente inclinado en vna Torre redonda. fig. 37.

TIrese la AB, diametro del arco fundamental con sus acostumbradas divisiones: y sea CDFE porcion de la Torre. Por las divisiones de la AB tirense perpendiculares, que traviessen la craficie de la Torre; añadase la AD en seguida de la AB, larga à discrecion; y assimismo la DO igual à la sagita del arco fundamental con sus ordinarias divisiones: por estas se tiraràn los lados inclinados paralelos, que tengan igual inclinacion à la que ha de tener el arco: tirese tambien la Df perpendicular à los lados inclinados. Hecho esto, de los puntos C. 1. 3. 2. 4. 5. de la linea curva CHD, se tiraràn paralelas à la AB, alargandolas hasta que cada vna corte al lado inclinado su correspondiente. Lo mismo se harà en la EKF: y por los puntos en que huvieren cortado à los lados inclinados, se podrà descrivir vna linea curva. Y adviertase, que si el exe del arco se encaminàre al exe de la Torre, las paralelas tiradas de los puntos de la porcion CH, coincidiràn con las que se tiraren de los puntos de la HD; pero si el exe fuere obliquo, de suerte, que no cor-


Estampa 10. Tomo 5.
Folio 154.
31.
32.
33.
34.
35.
36.

cortàre al exe de la Torre, serian diferentes.

1. Preparado lo sobredicho, se trazarà el arco recto, levantando sobre las divisiones de la AB perpendiculares iguales à sus correspondientes divisiones de la Df; y tirando las lineas de sus juntas, se tendràn los angulos mixtilineos de los lechos, y concavidades, segun los quales se cortara la regla cercha, ò baivel.

2. Las plantillas para los lechos se haràn assi: Para el primer lecho se tirarà la dd igual à la A3. que es la distancia del circulo interior, y exterior en el arco recto: y tirando las perpendiculares, se haràn los lados d3. d3. dC, dE iguales à sus correspondientes en los lados inclinados, y el trapezio C. E. 3. 3. serà la plantilla. La que ha de servir para el segundo lecho, se hara tirando la dd igual à la segunda junta del arco recto, y tiradas las perpendiculares, se cortaràn en ellas d1. d1. d2. d2. iguales à las lineas M2. M2. N1. N1. sus correspondientes en los lados inclinados, empezando siempre de la df: y el trapezio 1. 2. serà la segunda plantilla. Para formar la del tercer lecho, se tirarà la SP igual à la tercera junta del arco recto, y las perpendiculares no solo han de baxar baxo la SP, sì que tambien han de subir sobre ella, por causa de que la df divide los lados 4.4. 5.5. que son los correspondientes, como se vè en la figura.

3. Las plantillas para las concavidades se haràn como se sigue: Para la primera se tirarà la dd igual à la primera subtensa del arco recto, y en sus lados perpendiculares se trasladaràn los inclinados sus correspondientes, que son d3. d3. d2. d2. y el trapezio 2. 3. 3. 2. serà la plantilla. Para la segunda concavidad se tomarà la dd, igual à la segunda subtensa del arco recto, à quien se transferiràn los lados d5. d5. d2. d2. y el trapezio 5. 2. serà su plantilla. La de la clave es rectangula, y tiene por lados las lineas iguales à las 5. 5. sus correspondientes.

De aqui se colige el modo de trazar este arco, quando su exe no caminàre àzia el de la Torre, sì que esta cortàre obliquamente al arco; pues no ay mas diferencia,

cia, que ser distintos los puntos que dàn las paralelas que salen de la parte HD, KF, de los que dieron las de la primera parte; y assi serà menester duplicar esta operacion, para hallar los puntos sobredichos.

Tambien se colige el modo de trazar este arco inclinado en vn angulo, solo que en lugar de la Torre CDFE, se formaria la planta de las paredes que forman el angulo. No pongo demonstracion de estas practicas, por colegirse de lo demonstrado en la Prop. 26.

PROP. XXIX. Problema.

Describir vn Arco rectamente inclinado, que encuentre obliquamente con vn cañon de boveda.

fig. 38.

PAra formar idèa de este arco se ha de imaginar, que sobre la AB ay levantado verticalmente vn arco, que prosigue inclinado sin declinar à vno, ni otro lado, y que encuentra con vn cañon seguido de boveda, cuyo lado es la linea obliqua DF, de la qual empieza su buelta corvandose àzia M. Y porque esto puede suceder con diferentes circunstancias, que pueden variar la operacion, serà conveniente se adviertan antes de entrar en ella. Lo primero se ha de advertir, si el arrancamiento del arco està al mismo nivèl, ò en el mismo plano orizontal de la DF: ò si està mas alto, ò mas baxo que el dicho plano. Lo segundo se ha de tener conocida la naturaleza de la boveda, si es de medio punto, ò rebaxada, &c. y tambien si es essencialmente recta, ò obliqua.

Supongamos, pues, sea esta boveda essencialmente obliqua: esto es, sea porcion de vn cilindro obliquo; y que su seccion obliqua, segun la HM, sea circular (porque como consta del Tratado 8. la seccion obliqua de vn cilindro obliquo puede ser circular) y sea su radio la DE. La operacion serà la siguiente. Tomando la AK arbitraria, se tirarà la KL con la inclinacion que ha de tener el arco, y serà vno de sus lados inclinados, cuya longitud

se

ſe determinarà en eſta forma: Tireſe la GH perpendicular à la AB, que ſalga del punto G, correſpondiente al punto K: eſto es, pertenecientes entrambos à vna miſma junta: y porque el arco incurre, y ſe termina en la boveda, que ſupongo ſea circular, ſegun la HM, ò la DE, ſe tomarà el ſemidiametro de la boveda, y pueſto el vn pie del compàs en I, (caſo que el arco empieze del miſmo plano de la DF) y el otro pie pueſto ſobre la IE, ſe deſcrivirà deſde E el arco IN, y el punto N ſerà el en que el lado KL encuentra con la boveda, y ſerà KN ſu longitud: pero ſi el arco arrancàre de mas abaxo que el plano de la DF, ſe cortarà la IO igual à lo que el principio del arco eſtà debaxo de la DF, y ſe tirarà la OP: y tirando en eſta por el punto O el arco OL, con el miſmo radio de la boveda, ſerà L el punto del concurſo del arco con ella: y ſi el arrancamiento del arco empezaſſe de mas arriba de la DF, la perpendicular OP, ſe tiraria entre el punto I, y el punto q, y ſe obraria en la forma ſobredicha.

Pero ſi la boveda no fuere circular, ſegun la DE, ſi que ſegun ſu ſeccion perpendicular RS, fuere circular; y por conſiguiente ſegun ſu ſeccion obliqua RT, ò DE fuere eliptica; para determinar los puntos del concurſo de los lados, como KL, con la boveda, ſerà meneſter deſcrivir primero aparte la elipſe ſobredicha en eſta forma: Tireſe aparte la RS, igual à la otra; deſcrivaſe ſobre ella, ſirviendo toda de radio, vn quadrante de circulo: tireſe la ST perpendicular à la RS, y haziendo el angulo R igual al otro angulo R, ſe tirarà la RT: dividaſe el quadrante en qualeſquiera partes, y por las diviſiones tirenſe perpendiculares à la RS, que paſſen haſta cortar la RT: de los cortes de la RT ſe levantaràn perpendiculares iguales à las primeras; y juntando ſus extremidades con vna linea curva, quedarà deſcripto vn quadrante de elipſe, que ſe cortarà en vn papel ſeparado; y luego ſe aplicarà la TR ſobre la ID, de ſuerte, que el punto T ſe ajuſte ſobre I, y la elipſe cayga àzia la KL: noteſe en eſta linea el punto en que fuere cortada por la elipſe; y eſte ſerà el encuentro del arco con la boveda eliptica. Si el arco empezare

baxo

baxo de la DF, se aplicaria la elipse à la OP en la forma dicha. La razon de esta operacion es la misma que la que se diò en las Proposic. antecedentes, que se harà patente considerando que todo el plano AKL se dobla sobre la AE, poniendose perpendicular sobre ella. Las demàs operaciones se haràn como las de la Prop. 25.

PROP. XXX. Problema.

Descrivir vn arco rectamente inclinado, para vna Torre redonda, y que encuentre con vna media naranja.

fig. 39.

ESte arco es el mismo de la Propos. 28. solo que por suponerse en el caso presente que la parte concaba de la Torre forma vna media naranja, en quien ha de terminarse el arco, han de ser en lo tocante à esta parte diferentes las operaciones. Supuesto, pues, que en quanto à la parte convexa no ay diferencia, se observaràn aqui en lo tocante à ella las mismas reglas de la Prop. 28.

Pero en quanto al termino del arco en la parte concaba de la Torre, que es media naranja, se obrarà en esta forma. Descrivase la concavidad E4K, ò planta de la media naranja, dividida en sus partes, como en la Propos. citada: sea KO su semidiametro, y O su centro: tirese la CEP paralela à la KO, tomando la KC igual al semidiametro del arco, que se ha de descrivir; y tirando la OP paralela à KC, quedarà determinado el punto P. De las divisiones hechas en la periferia E4K tirense paralelas, que dividiràn la CE; y del punto P, como centro se descriviràn arcos de circulo, que lleguen à cortar los lados inclinados, cada vno à su correspondiente; y con esto quedarà determinada la longitud de cada vno, y el punto en que encuentra con la superficie concaba de la media naranja; suponiendo empieza esta à mover del plano mismo orizontal del circulo E4K.

La *demonstracion* es clara; porque es cierto, que si el lado FG, guardando aquella misma inclinacion se pone en vn plano vertical directamente sobre la KO, su correspondiente, y del punto O, como centro se descriviesse

àzia arriba vn arco, que cortaria à la FG en el mismo punto X, en que le corta el arco CX, descripto del punto P: y lo mismo digo de los demàs lados inclinados, colocados en la forma dicha sobre las perpendiculares que les corresponden.

Si la media naranja no empezare à subir del circulo E4K, si de otro inferior, se tomaria en lugar de la PC otra linea, como por exemplo la 2. 2. distante de la PC, quanto el principio, ò planta de la media naranja està mas abaxo del circulo E4K, y haziendo centro en el punto 2. inferior, se harian las porciones de circulo como se hizieron en la PC.

PROP. XXXI. Problema.

Trazar vn arco essencialmente obliquo, è inclinado. fig.40.

SUpongamos, que este arco inclinado es porcion de vn cilindro essencialmente obliquo: sea su cara, ò basa circular, ò rebaxado, ù de pies desiguales. El modo de trazarle, es el mismo en qualquiera de los referidos; y es como se sigue.

Operacion. Sea la AB el diametro del arco, y AD su profundidad, y serà el paralelogramo AC, su Ichnografia orizontal: tenga la AB todas las divisiones ordinarias del arco fundamental, que no he descripto sobre la AB, porque seria confundir la figura: por estas divisiones tirense lineas obliquas paralelas à la AD, que seran la Ichnographia orizontal de las juntas de las piedras: tirese aparte la recta EO, igual al semidiametro vertical del arco fundamental, y con sus acostumbradas divisiones, à quien se añadirà en derechura la EA, igual à lo que el centro de la cara mas elevada del arco inclinado, y correspondiente sobre la AB, estuviere sobre el plano orizontal AC, para que baxando desde alli el exe del arco, venga à terminarse en el punto S de la DC.

De los puntos A. 1. 3. 2. &c. de la linea AB, tirense lineas ocultas que sean perpendiculares al lado AD, pero que passen mas adelante, alargandolas desde la linea AD,

àzia fuera, en esta forma: A la perpendicular AE, que proviene del punto A, se le darà la longitud AE, igual à la AE de la figura separada: à la perpendicular que procede del punto F, se le darà la longitud igual à la AO de dicha figura separada, contandola siempre desde la AD, y vendrà à terminar en el punto G: la perpendicular que viene del punto 5. tendrà la longitud desde la misma AD, igual à la AL, y asi de las demàs, cada vna à sus correspondientes en dicha AO, y con esto se avràn notado los puntos de donde han de empezar los lados inclinados. Para notar los puntos en que han de terminarse los lados dichos, se tiraràn de la misma manera perpendiculares, que salgan de los puntos de la DC; pero sus longitudes se han de tomar en la figura separada, no del punto A de la AO, como antes, sì del punto E: Hecho esto, se juntaràn con vna linea recta cada dos puntos pertenecientes à vn mismo lado, y se tendràn todos los inclinados: del punto H, en que la perpendicular BH corta à la AD, tirese la HK perpendicular à los lados inclinados, y se tendrà hecha la preparacion para las operaciones siguientes.

1. El arco recto se ha de formar sobre la linea BA, en esta forma: Las mismas perpendiculares que ay sobre la HB, y se terminaban en la AB, continuense dandoles su longitud igual à los segmentos de la HK, à cada vna la de su correspondiente; y asi, la RS, se harà igual à la HK: la TT, igual à la HT, por proceder el lado inclinado VT de la perpendicular que saliò del punto 2. de la linea AF: assimismo, la XY se harà igual à la HX, por salir el XY del punto 2. de la FB. Y en esto se debe proceder con gran cuidado, para no tomar vnas distancias por otras. Con esto se avrà formado por tranquiles el arco recto sobre la AB, que necessariamente serà de pies desiguales, como se vè en la figura.

2. Hecho esto, se cortaràn las plantillas: Las de los paramentos estàn ya trazadas en el arco fundamental para entrambas frentes: las de los lechos se cortaràn en esta forma: Para el primer lecho A3. se buscaran los lados inclinados sus correspondientes, que son ED, y 8. y se ti-

tirarà de la extremidad 8. vna perpendicular à ED: tirese aparte, num. 1. la recta E3D, igual à la E3D inclinada: cortese la EO, igual à la distancia del punto E, hasta la perpendicular 8. Del punto O, salga la perpendicular O8. larga à discrecion; y tomando con el compàs la A3. del arco fundamental, se trasladarà del punto E, hasta el punto 8. en que corta à la perpendicular O8. y tirando la linea 8. paralela à ED, è igual à la inclinada 8. quedarà hecha la plantilla. Para el segundo lecho se tirarà aparte, num. 2. la 6zz, igual à la 6zz inclinada, que es la correspondiente à esta junta; y tirando del punto V, de la inclinada vna perpendicular V9. se harà la 6.9. de la plantilla, igual à la 6.9. de la inclinada. Saquese del punto 9. la perpendicular, y con la distancia A3. del arco fundamental, se determinarà el punto V de la plantilla desde el punto 6. y tirando la VTT perpendicular à la 9V, è igual à la VTT inclinada, quedarà hecha la plantilla; y assi se haràn las demàs.

3. Las plantillas para la parte concaba, se haràn de esta manera: Para la concavidad 3T del arco recto, se tirarà aparte, num. 3. las 7T, igual à la subtensa 3T; y tirando las perpendiculares por sus extremidades, se cortaràn en ellas las 7.8. TV, iguales à sus correspondientes en las inclinadas, y quedarà hecha la plantilla; y si se huviere obrado bien, saldrà la 8V, igual à la subtensa del arco principal. No quiero cansar con la demonstracion, que seria prolixa; y mas constando la seguridad de estas operaciones, por otras no muy distintas, que se demonstraron en las proposiciones antecedentes.

PROP. XXXII. Problema.

Formar el mismo arco obliquo, è inclinado en vn muro escarpado. fig. 41. y 40.

DE dos maneras se puede formar este arco obliquo inclinado, en pared inclinada. La primera, suponiendo que este arco obliquo inclinado procede de el arco fundamental, imaginado verticalmente levantado, y

que continuandose encuentra con la pared inclinada. La segunda es, suponiendo al arco fundamental, aplicado, ò formado en la misma pared inclinada, y en entrambos casos se hazen las mismas operaciones de la proposicion passada, exceptuando las siguientes.

1. Si se supone el arco fundamental en situacion vertical, se obrarà en esta forma: Sea en la figura 41. el angulo ABC, el de la inclinacion de la pared azia el orizonte: hagase el angulo BCD, igual al angulo ABH de la fig. 40. y tirese la BD perpendicular à la BC, y serà el angulo BDC, igual al angulo HAB de la figura 40. esto es, al complemento del angulo ABH. Cortese la EC, figura 41. igual à la CD, y tirando la EA, serà el angulo CEA, el de la inclinacion de la pared tomado, segun las lineas obliquas AD, y sus paralelas en la figura 40. Hecha esta preparacion, se proseguiràn las operaciones como se sigue.

Tengase presente la figura 40. en la qual es la AB el diametro del arco fundamental con sus divisiones acostumbradas: de las quales se tiraràn perpendiculares ocultas à la recta AD, y tirada aparte en X la AO con las mismas divisiones de la proposicion passada, se harà el angulo BAC, igual al angulo CEA de la figura 41. y por las divisiones de la AO, se tiraràn lineas inclinadas, cuya inclinacion sea igual à la de todo el arco. De los puntos de la AD, figura 40. en lugar de las perpendiculares que se tiraron en la proposicion passada, se tiraràn lineas, que con la AD, hagan angulo igual al angulo BAC de la fig. 41. en X, cuya longitud se tomarà, no de la AO, como en la proposicion antecedente, sì de la AC; y se tendràn con esto los puntos en que empiezan, y acaban los lados inclinados para el muro escarpado.

Y porque en este caso la frente del arco no es perpendicular al orizonte, sì inclinada, no se pueden tomar del arco fundamental las plantillas para los paramentos, sì del arco formado en la pared inclinada; y assi serà menester trazar la frente de este arco, lo qual se harà como se sigue: Sobre la recta AB, fig. 40. y sus divisiones,

nes, ſe levantaràn vnas lineas, no perpendiculares, sì inclinadas, por cuyas extremidades ſe deſcrivirà la periferia del arco; y para darles la inclinacion competente, ſe harà en la fig. 41. vn triangulo de las tres lineas AB, AE, BD, que ſerà el triangulo ADB, en quien AD ſe harà igual à la AE, la DB à la otra DB, y la AB à la otra AB; y el angulo exterior ADH, ſerà el que han de formar en la fig. 40. con la AB las lineas que ſalieren de ſus diviſiones, cuya longitud ſe tomarà en X, no de la AO, como antes, sì de la AC. Eſto miſmo que ſe ha hecho, ſuponiendo que la ſuperficie inclinada de la pared ſea la que tiene por planta la AB, ſe haria ſobre la DC, ſi eſta ſuperficie fueſſe la inclinada.

2. Si para hazer eſta delineacion ſe quiſiere ſuponer el arco fundamental formado en la miſma pared inclinada, ſe tirarà la linea AO inclinada, como ſe vè en la fig. 40. en el triangulo AOL rectangulo en L: y de las diviſiones de la AO, que ſon las miſmas que tiene en COA, ſe tiraràn perpendiculares à la baſa AL: Luego ſe paſſarà à la fig. 40. y de las diviſiones de la AB ſe tiraràn perperdiculares iguales à los ſegmentos de la baſa AL ſus correſpondientes, empezando ſiempre del punto A: eſto es, la perpendicular del punto F, ſerà la F12. igual à toda la AL: las de los puntos 4. y 4. ſeràn 4. 10. y 4. 13. iguales al ſegundo ſegmento de la baſa, y aſsi de las demàs: y las extremidades de eſtas perpendiculares ſeràn la Ichnographia de los puntos del arco fundamental inclinado, que ſon 10. 12. 13. &c. de los quales ſe tiraràn perpendiculares ocultas à la AD: y de los cortes que en eſta hizieren, ſe tiraràn otras perpendiculares à los lados inclinados, cuyas longitudes ſe tomaràn en el triangulo AOL, no de la AO, como antes, sì de las perpendiculares, que baxan de las diviſiones de la AO à la baſa AL; y con eſto quedaràn determinadas las longitudes de los lados inclinados, como en otras ocaſiones. Si la inclinacion de la pared eſtuviere en la ſuperficie correſpondiente à la CD, las dichas perpendiculares ſe echarian àzia aquella parte à donde và la inclinacion de

la pared, y en lo demàs se obraria de la misma manera.

PROP. XXXIII. Problema.

Formar vn arco essencialmente obliquo, è inclinado, que se termina en vna, ò en dos bovedas, ò en vna media naranja.

1. DE lo dicho en la Prop. 29. del encuentro de vn arco rectamente inclinado con vn cañon de boveda, se colige el modo de trazar, y formar vn arco essencialmente obliquo, è inclinado, que encuentre con el cañon de boveda sobredicho: porque la practica es la misma que la de la Proposicion citada. Solo que las operaciones con que se descriven en la fig. 38. los arcos de circulo, ò de elipse, segun lo pide la naturaleza de la boveda, assi como alli se hazen sobre la AE, se han de hazer en el presente caso sobre la AK, fig. 40.

2. Si el arco sobredicho encontrare con dos bovedas, teniendo la vna frente en la vna, y la otra frente en la otra, se harian las mismas operaciones sobredichas à entrambas partes. Y si el encuentro fuere con vna media naranja, se aplicarian aqui las mismas reglas, que para semejante caso se dieron en la Prop. 30. No repito las operaciones, por no ser prolixo en cosa que en los lugares citados queda bastantemente explicada.

CAPITULO III.

DE LOS ARCOS DIVARICADOS, QUE LLAMAN Abozinados, y de los Capialzados.

ARcos *Divaricados*, ò *Abozinados* se llaman aquellos, cuyas dos frentes son semejantes, pero desiguales. Los arcos *Capialzados* son aquellos, cuyas dos frentes, anterior, è interior, son desemejantes: como si vna frente guardare el medio punto, y la otra fuere escarzana, ò rebaxada; ò la vna observàre qualquier ge-

genero de montea, y la otra fuesse rebaxada à linea recta, ò à nivèl: de suerte, que, por exemplo, fuere el arco escarzano segun vna frente, y segun la otra fuere arco à nivèl, ò adintelado. Los abozinados son propriamente porciones de piramide conica; y aunque por esta causa parece pertenecian al libro 3. donde trato de las bovedas conicas: pero por no necessitar dichos arcos de lo que alli se ha de dezir, y para que en este lugar queden explicadas todas las especies de arcos, he juzgado poner aqui su explicacion.

Conviene tambien advertir, que los arcos abozinados pueden ser *rectos*, por ser cortes de piramide conica recta; y pueden ser *obliquos*, por ser cortes de piramide conica obliqua; y juntamente pueden ser *inclinados*, ò carecer de inclinacion, segun fuere su exe, ò paralelo, ò inclinado al orizonte: Y tanto los *abozinados*, como los *Capialzados*, pueden estàr en paredes planas, assi verticales, como escarpadas; pueden formarse en Torres redondas; y vltimamente pueden ser de qualquiera especie de arcos, que en otras partes quedan referidos: explicarè solamente los mas principales, porque entendidos estos, lo seràn tambien los demàs.

PROP. XXXIV. Problema.

Formar vn arco abozinado recto en vna pared vertical, y recta. fig. 42.

SE ha de fabricar vn arco abozinado, cuyo diametro para la frente mayor ha de ser AB, y el de la frente menor ha de ser CD: Sea tambien EF lo gordo de la pared, ò profundidad del arco. *Operacion.* Descrivase sobre AB el arco fundamental con sus divisiones, y perpendiculos acostumbrados; y assimismo descrivase sobre CD en la misma forma dicho arco fundamental; y quedaràn entrambos diametros divididos en sus puntos, como otras vezes: De las divisiones de la AB à sus correspondientes en la CD, tirense lineas, y estas seran la Ichnographia orizontal de las juntas inclinadas de las pie-

dras del abozinado ; las quales juntas inclinadas todas seran iguales à la 3. 3. ò à la AC, assi por la parte concaba, como por la convexa del arco ; y esto basta para trazar, y cortar las plantillas, como se sigue.

1. La del lecho primero, que es orizontal, sirve para todos los lechos, y es el Rhomboide AC33. ò su igual MGHN.

2. Las plantillas para los paramentos estàn yà trazadas en las mismas frentes de los arcos fundamentales.

3. Para formar las plantillas de las concavidades, se tomarà el radio F3. y con èl desde el centro E se harà el arco PS ; y tomando la distancia 3H, se passarà de P hasta Q, y se tirarà la subtensa PQ algo prolongada : à esta se tirarà del punto G la perpendicular GR ; luego se tirarà aparte la PQ, y en derechura se le añadirà la QR à entrambos cabos : de los puntos R, R, se levantaràn perpendiculares largas à discrecion : y tomando con el compàs la linea 3. 3. se cortaràn con esta distancia las perpendiculares, poniendo el vn pie del compàs en los puntos P, y Q, y tirando las rectas P3. QG, el trapezio PG serà la plantilla de la concavidad, à la qual son iguales las de las otras.

4. Los angulos de los paramentos mayores, y menores, con la superficie concaba, se hallan en la plantilla, que se formò aparte para los lechos ; esto es, el del paramento mayor, con la concavidad, es el angulo G de dicha plantilla ; y el del paramento menor es el angulo H. El angulo de los lechos, con la concavidad, en la frente mayor, es el angulo mixtilineo MG3. y en la menor es el angulo NH3. Y segun estos, se cortaràn dos reglas cerchas, ò baiveles ; y trabajando segun ellos los dos cabos de la piedra, se trabajarà toda la concavidad con sola la vara, ò regla recta, como saben los Canteros.

PROP.

PROP. XXXV. Problema.

Formar vn Arco recto abocinado en vna Torre redonda. figur. 43.

SEA la porcion de circulo DEF, la convexidad de la Torre, y la porcion ABC su concavidad, y el trapecio GHK3. la Ichnographia de la parte concaba del arco, como si huviesse de estàr en superficie plana, y serà GH el diametro interior, y menor de la luz del arco, y 3K el diametro exterior, y mayor. Descrivanse sobre los dichos diametros dos semicirculos, que seràn las dobelas concabas de los dos arcos fundamentales; y à competente distancia desde los mismos centros se descriviràn las convexas. Dividanse entrambos en la forma acostumbrada, y tirense los perpendiculos, y se tendràn las divisiones fundamentales en entrambos diametros, y vltimamente se vniràn las correspondientes con lineas rectas, como se hizo en la proposicion passada, las quales se extenderàn hasta la convexidad DEF; y estas lineas seràn los vestigios orizontales de las juntas de las piedras.

Hecho esto, se buscaràn en primer lugar las longitudes inclinadas, y verdaderas de los lados, ò juntas, assi de la parte concaba de las piedras, como de la convexa, en esta forma. Para la junta que passa del punto 9. del arco mayor al punto 9. del menor, se tirarà aparte, num. 1. la QM, igual à la orizontal QM de la figura principal, en quien se cortaràn los segmentos QP, SM, iguales à sus correspondientes: levantense aora de los puntos M, y P, perpendiculares, iguales à las que de dichos puntos salen en la figura principal, à quienes de los puntos S, y Q, se tiraràn paralelas à discrecion; y tirando la 9S por los puntos P, S, serà la inclinada 9S, la verdadera longitud del lado sobredicho, ò junta de la parte concaba. La razon es, porque si se imagina la figura 9QSS, levantada verticalmente sobre la QS de la figura principal, el punto 9. vendrà à estàr en la peripheria concaba del arco mayor, y er

la superficie convexa de la Torre; y el punto S, en la periferia concaba del arco menor, y en la superficie concaba de la Torre; y por consiguiente, la linea 9S, que vne dichos puntos sera el lado, ò junta inclinada sobredicha. Obrese en las demàs de la misma suerte, tomando para cada vna la orizontal que le corresponde, y se avràn hallado las longitudes de las juntas inclinadas, assi de la parte concaba, como de la convexa del arco: la del num. 1. es la primera de la parte concaba: la del num. 2. es su convexa: la del num. 3. es la segunda en la parte concaba, y la del num. 4. es su correspondiente en la convexa.

Del centro O, del circulo mayor, con el intervalo igual al circulo menor, hagase el arco LZ, dividido con las mismas divisiones; y tirese la L8, subtensa de la primera division, y prolongandola algo mas; del punto 9. se tirarà la 9. 7, perpendicular à la L7, como se hizo en la proposicion passada; Hecho esto, se cortaràn las plantillas en la forma siguiente.

1. Para cortar las plantillas de entrambas frentes, se extenderà primeramente la curva DEF en linea recta con sus mismas divisiones; de las quales se levantaràn perpendiculares iguales à las que se hallaron aparte, tomando para cada punto aquella que le corresponde, como la perpendicular 1. 1. para el punto 1. la XX para el punto V, &c. y por ellos se descrivirà la periferia convexa de la frente mayor: luego se tomara la P, P, para el punto P; y la 5, 5. para el punto 5. y por sus cabos se descrivirà la periferia concaba, y quedarà descripta por Tranquiles la frente mayor del arco para la parte convexa de la Torre, pero en plano: Assimismo se extenderà en linea recta la curva ABC con sus puntos, y de ellos se levantaràn perpendiculares iguales à sus correspondientes: es à saber, la del punto 4. igual à la 4. 4. menor. La del punto T, igual à la TT; y por sus extremidades se descrivirà la periferia convexa del circulo menor: assimismo, sobre el punto S, se harà la perpendicular igual à la S, S: y la del punto z, se harà igual à la z, z; y tirando por las extremidades vna periferia, serà la concaba del circulo menor;

y

y en este se hallaràn formadas las plantillas para los paramentos del arco en la parte concaba de la Torre; y en el primero, las del mismo arco en la parte exterior, y convexa; las quales se cortaràn en materia flexible para que se puedan adaptar à las superficies curvas de la Torre. No he descripto estas frentes, por no ser menester mas explicacion para su inteligencia.

2. Las plantillas para los lechos se hazen como se sigue: La del primer lecho por ser orizontal, es el mismo trapecio AG3D.

Para formar la del segunda lecho, se tirarà aparte la recta OM, (lamina 12. fig. 43.) igual à la linea 9. 8. de quien se cortarà la 5M, igual à la junta 1. 9. levantese la perpendicular OP, larga à diserecion; y tomando del num. 1. la inclinada MP, con el compàs se ajustarà en la figura que se descrive, desde M à la perpendicular; y perficionese el paralelogramo M4: cortese aqui del lado MP, el segmento MS, igual al MS de la inclinada en el num. 1. y al otro cabo añadasele PQ, igual al segmento P9. hagase el otro lado 4. 3. 2. igual al lado 4. 1. 4. del num. 2. con sus mismas divisiones; y tirando las curvas 3Q, 2S, quedarà hecha la plantilla, que es el plano 2. 3QS.

Para la del tercero lecho se tirarà aparte la linea 6Y igual à la 9. 8. de la figura mayor: levantese la perpendicular 6O, larga à diserecion, à quien se aplicarà del punto Y la YO, igual à la inclinada Y5. num. 3. y perficionese el paralelogramo YOV6. Añadase la O3. igual à la inclinada 5X del num. 3. y la VX, igual à la inclinada VX del num. 4. cortese assimismo la YZ, igual a la inclinada YZ del num. 3. y la 6T, igual à la RT del num. 4. tirense algo curvas las lineas X3. TZ, segun fuere la curvidad de la Torre, y la Z3XT, serà la plantilla.

3. Las plantillas para las concavidades se hazen de esta manera: tirese aparte la linea GM7. igual à la cuerda prolongada L87. del arco menor, que se hizo concentrico al mayor. Tomense las G7. M7. iguales à la 8. 7. y en los puntos 7. y 7. levantense perpendiculares ocultas, à quienes se aplicarà desde G la G5. igual à la G3. de la fi-

figura mayor ; y desde M la MP, igual à la inclinada MP, del num. 1. Añadase al lado MP, el residuo P9. de la inclinada del num. 1. y quitesele MS, igual al segmento MS de la dicha inclinada ; y tirando las curvas 39. GS, segun lo convexo, y concavo de la Torre, la figura 3GS9. serà la plantilla de la primera concavidad.

Para la segunda repitase aparte la MY, igual à la misma cuerda L8. y añadansele à cada parte las M7. Y7. iguales à la 8. 7. de la figura mayor: de los puntos 7. 7. levantense perpendiculares ocultas, à quienes se aplicaràn de el punto M, el lado inclinado MP del num.1. à quien se añadirà, como antes, el segmento P9. y se le quitarà el MS de la misma inclinada ; y del punto Y se aplicarà el lado inclinado Y5. de la fig. num. 3. à quien se añadirà 5O, igual à 5X, y se quitarà YZ, igual al del num. 3. y tirando las curvas 9O, SZ, la figura S9OZ, serà la plantilla de la concavidad segunda.

Para la de la clave, se tirarà aparte la linea Y, Y, igual à la misma cuerda L8. (por suponerse todas iguales) añadanse à cada parte las Y7. iguales à la 8. 7. de la cuerda prolongada en la figura mayor: levantense las perpendiculares ocultas de los puntos 7. à quienes se aplicarà desde los puntos Y, Y, el lado inclinado Y5. num.3. por tener la clave los dos lados iguales ; y añadiendo à entrambos el segmento 5O, y quitando el YZ, iguales à los segmentos de la misma inclinada del numero 3. se tiraràn las curvas OO, ZZ, y quedarà formada la plantilla para la clave.

Todas estas operaciones se fundan en lo mismo que la de la proposicion antecedente, pues son las mismas ; solo se añaden, ò quitan los segmentos que pide la convexidad, y concavidad de la Torre.

COROLARIOS.

1. *De lo dicho en esta proposicion, se colige bastantemente el modo de hazer, y trazar semejantes Arcos en una Torre escarpada, haziendo aparte la figura para la diminucion, como en la propos. 32.*

2. Co-

2. *Coligese tambien el modo de trazar dichos arcos, de suerte, que entren obliquamente en vna Torre redonda; ò en vna pared que les corte obliquamente, sean, ò no sean paralelas sus superficies.*

3. *Puede tambien este arco encontrar con vn cañon de boveda, ò con vna media naranja: y puede assimismo formarse en dos paredes, que formen angulo: Todo lo qual harà facilmente el Architecto que huviere hecho comprehension de la practica de las dos Proposiciones passadas; valiendose tambien de lo que en otras se dixo tocante à los arcos cilindricos, que llevan consigo las circunstancias sobredichas: Y assi omito la explicacion de todos estos casos en particular, porque seria vna prolixidad enfadosa: y solo añado las dos Proposiciones siguientes de los Abozinados que llevan obliquidad, è inclinacion.*

PROP. XXXVI. Problema.

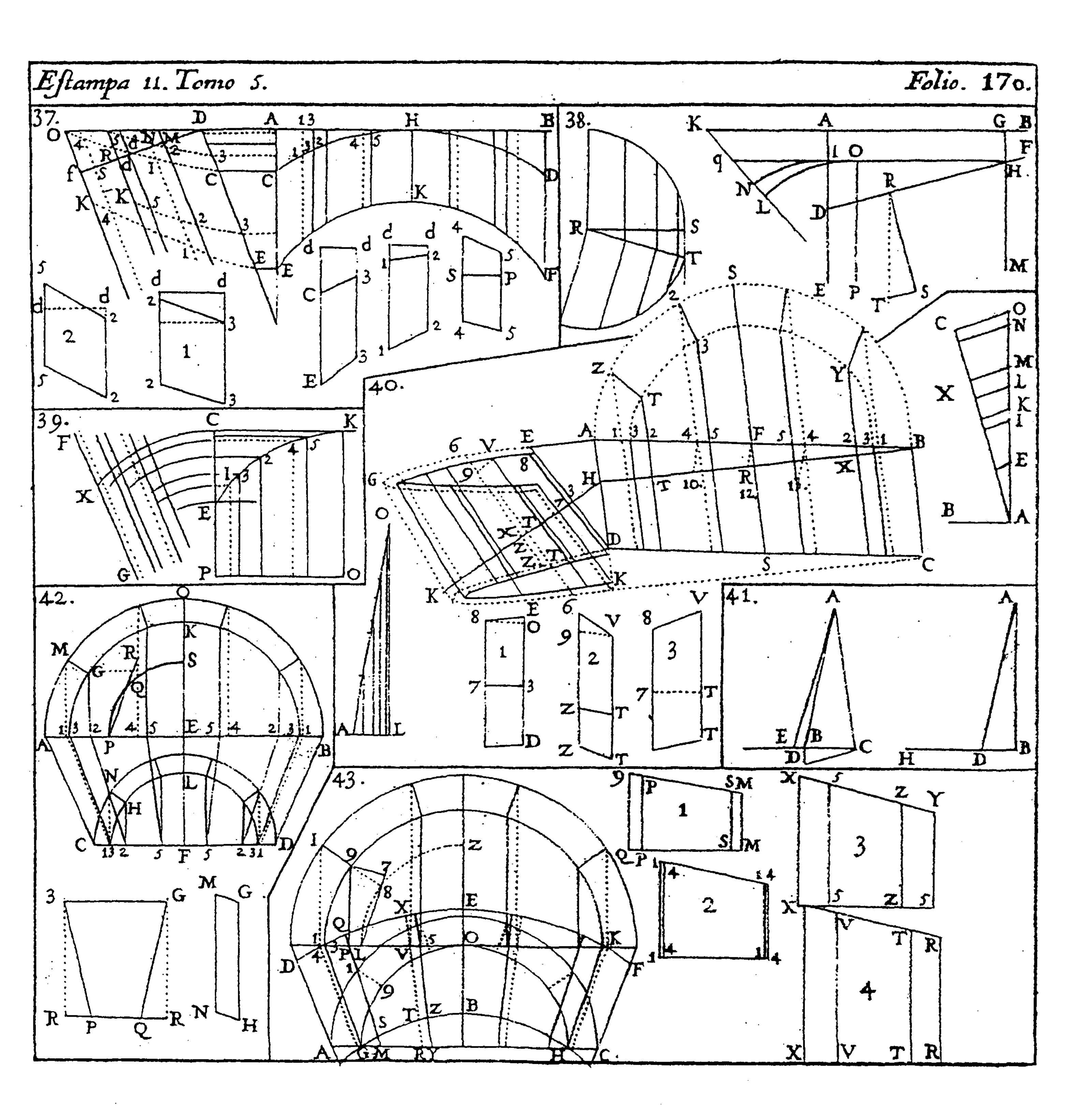
Trazar vn arco Abozinado, è inclinado en vna pared obliqua.
fig. 44.

LA idèa de este arco es la siguiente: Imaginese vn arco, que tenga la vna frente mayor que la otra, y entrambas paralelas; pero que la linea que passa del centro de la vna frente al de la otra, sea inclinada, y que no decline à vno, ni à otro lado; pero la pared sea obliqua al exe del arco; esto es, le corte obliquamente.

Seà en el num. 1. fig. 44. la CA la distancia del plano de la vna frente al plano de la otra; sea el exe inclinado, ò linea que vne entrambos centros, la BA; y tirese la perpendicular BC, que es lo que està mas alto el centro de la frente mayor, que el de la frente menor: con que el punto C es el punto del plano de la frente mayor, a que corresponde perpendicularmente el centro A de la menor.

Tirese en la figura principal la DE, diametro de la frente mayor, cuyo centro serà B: y tirando la perpendicular BC, igual à la otra BC del num. 1. serà el punto C el que directamente corresponde al centro de la frente menor, cuyo diametro serà FG. Descrivanse, pues, los dos

se


Estampa 11. Tomo 5.
Folio. 170.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.

ſemicirculares, ò frentes, la mayor del centro B, y la menor del punto C. Dividanſe en ſus piedras, y de las juntas deſciendan los perpendiculos à ſus diametros DE, FG, que quedaràn divididos, como ſe acoſtumbra. Repitanſe aparte los miſmos diametros DE, FG, con ſus miſmas diviſiones, y diſten entre sì tanto, quanto diſtan los planos de las frentes ſobredichas, haziendo la perpendicular CA igual à la CA del num. 1. Y tirando lineas de cada diviſion de DE à ſu correſpondiente en FG, quedarà formada la Ichnographia orizontal de los lados, ò juntas de las piedras. Ultimamente, ſea IEHF la planta de la pared obliqua, que corta obliquamente el arco, y las lineas comprehendidas entre las IE, FH, ſeràn los veſtigios orizontales de los lados: Aora ſe buſcaràn los lados inclinados, y los perpendiculos que ſuben de cada punto de las lineas obliquas IE, FH, à las juntas de las frentes, en eſta forma.

Tirenſe aparte, num. 2. y 3. las lineas NN, OO, y las demàs, haziendolas iguales à las Ichnographias ſus correſpondientes en la figura FE. Cortenſe en ellas las NZ, NX: OZ, OX, iguales tambien à ſus correſpondientes: de las extremidades de dichas lineas levantenſe perpendiculares, la vna igual al perpendiculo del arco menor ſu correſpondiente, y la otra al perpendiculo del arco mayor ſu correſpondiente, pero continuado haſta la linea FG en la figura de los arcos: por las extremidades de eſtas perpendiculares tireſe vna linea, y levantando otras perpendiculares de los puntos Z, y X, eſtas vltimas ſeràn las proprias de los puntos X, Z, de las lineas obliquas IE, FH, y la linea inclinada comprehendida entre eſtas perpendiculares, ſerà la longitud verdadera de la junta, ò lado inclinado que ſe buſca.

En eſta miſma forma ſe hallaràn todos los perpendiculos, y lados inclinados: ſolo ay eſpecial dificultad en hallar los perpendiculos, è inclinada correſpondientes à la DF: En el punto F no ay perpendiculo, por carecer de èl el arco menor en dicho punto; pero el punto D le tiene, por eſtàr levantado el arco mayor en correſpon-

dien-

dencia de dicho punto, tanto quanto es la BC del num. 1. Hagase, pues, la DK perpendicular à la DF, è igual à la sobredicha BC: tirese la KF, y del punto I saquese la IL paralela à la DK: y la IL serà el perpendiculo proprio del punto I de la pared obliqua, y la LF serà la inclinada, ò longitud verdadera de dicha junta, perteneciente à la parte convexa del arco: y lo mismo se harà en la SS, y se hallarà su perpendiculo QL, y su inclinada LS. Hecho esto, se cortaràn las plantillas, como se sigue.

1. Las plantillas para los paramentos se haràn assi: Sobre las divisiones de la linea obliqua IE, puesta aparte, se levantaràn perpendiculos, haziendoles iguales cada vno à su correspondiente en las figuras del num. 2. 3. &c. y por sus extremidades se passarà vna linea curva, que formarà vn arco algo torcido, donde saldràn formadas las plantillas para los paramentos de la frente correspondiente à la IE; advirtiendo, que en el punto E ha de ser el perpendiculo igual à la linea BC. Esto mismo se harà sobre la FH, en cuyo punto F no ay perpendiculo alguno.

2. Para cortar las plantillas para los lechos, es menester que de los puntos X, y 7. de las juntas del arco mayor se tiren las perpendiculares XY, 7.6. à las juntas del menor prolongadas; y lo mismo se ha de suponer hecho en las otras. Hecho esto:

La plantilla para el primer lecho se harà tirando aparte en el num. 4. la linea VF2. igual à la junta 2FV del arco menor prolongada; y porque la perpendicular, que sale del punto 8. baxa al punto F, en la figura de los circulos, se tomarà en el num. 4. la VF, igual à la sobredicha VF: y del punto F se levantarà la perpendicular FS; à quien desde el punto 2. se aplicarà la 2S, igual à la inclinada SS, que es la mayor de las dos que se hallan en la figura FE, y perficionese el paralelogramo. Y para proceder con mayor exaccion: porque la perpendicular que baxa del punto D, viene al punto V, en la figura mayor, levantese en la del num. 4. la perpendicular del punto V, y desde F ajustesele la FK, igual à la inclinada FK de la fi-

figura mayor, y serà F2SK plantilla del lecho, que se terminaria en los arcos paralelos: para tener, pues, la plantilla que se pretende, se cortaràn de la 2S, la 2O: y la SL iguales à las porciones de la inclinada SS. Y assimismo, de la FK se cortarà la KL, igual à la KL de la inclinada FK: y serà LO la plantilla que se desea.

Para cortar la del segundo lecho, se tirarà aparte, num. 5. la linea 2. 3. YY, igual à la 2. 3. YY de la figura mayor; y porque en dicha figura caen las perpendiculares en los puntos YY, se levantaràn de dichos puntos en la del num. 5. las perpendiculares YP, YO, largas à discrecion, à quienes se ajustaràn los lados inclinados PP, OO, tomandoles de las figuras del num. 2. y 3. esto es, ajustaràse la PP desde el punto 3. y la OO desde el punto 2. y notando las mismas divisiones, que llevan dichas inclinadas, se tiraràn lineas de la vna division à la otra, que acortaràn la figura 3O, lo que es menester para que quede formada la plantilla. La del lecho tercero se trazarà tirando, como en el num. 6. la linea 4. 4. 6. 6. tomada como està en la figura mayor; y porque en esta caen las perpendiculares en los puntos 6. 6. se levantaràn de estos mismos las perpendiculares en la del num. 6. à quienes se ajustaràn las lineas 4N, 4M, iguales à los lados inclinados que corresponden à los orizontales MM, NN, à quienes se trasladaràn los segmentos, por los quales se cortarà la plantilla, como se hizo en las antecedentes.

3. Las plantillas para las concavidades se cortaràn assi: para la primera, que es 2. 2. se tiraràn de los puntos 8. y x del arco mayor las dos perpendiculares 8. 9. xz à la cuerda 2. 2. del arco menor prolongada: trasladese aparte en el num. 7. esta cuerda con sus divisiones 2. 9. 2. z. y de los puntos 9. z levantense perpendiculares, à que se adaptaràn las lineas 2S, 2O iguales al lado inclinado SS; y al inclinado correspondiente à la linea OO: trasladense tambien las divisiones que llevan los sobredichos lados, como antes se hizo, y por dichas divisiones tirando lineas se cortarà la plantilla ajustada à la concavidad primera contenida entre las superficies de la pared obliqua.

Para

Para la de la ſegunda concavidad ſe tiraràn à la ſubtenſa 2. 4. del arco menor prolongada las perpendiculares x6. 7. 5. de los puntos x. 7. del arco mayor: luego ſe tirarà aparte vna linea igual à la 2. 6. 4. 5. y levantando perpendiculares de los puntos 6. y 5. y aplicando como antes los lados inclinados correſpondientes à las lineas OO, MM con ſus diviſiones, quedarà trazada la plantilla, que no ſe ha deſcripto en la figura.

Las miſmas plantillas de la vna parte, ſirven para la otra, ſolo con que ſe inviertan. No me alargo à demonſtrar eſtas operaciones, ſingularmente conſtando baſtantemente ſu fundamento de lo dicho en otras antecedentes.

COROLARIO.

DE aqui ſe colige el modo de trazar vn arco abocinado, inclinado en vna pared, que le corte directamente ſin obliquidad; pues ſi bien ſe repara en las operaciones ſobredichas, primero ſe han hecho las que ſon meneſter para dicho arco en pared directa; y deſpues ſe fue cortando lo que ſe neceſsita para que las plantillas ſe ajuſten al arco, que ſe ha de executar en pared obliqua. Procureſe entender bien eſta practica, porque es muy vniverſal, y con ella ſe podràn formar muchos de los arcos que ſe han explicado haſta aora; y ſirve mucho para lo que ſe ha de tratar en el Libro ſiguiente.

PROP. XXVII. Problema.

Trazar vn Arco abocinado inclinado, y obliquo. fig. 45.

IMaginenſe dos frentes de arco ſemicircular paralelas entre sì; pero la vna mayor que la otra; y la vna en lugar mas alto que la otra; y juntamente, que eſtè la vna àzia el vn lado, y la otra àzia el otro; y ſean ſus diametros AB, y CD, y en el triangulo del num. 1. ſea el angulo F la inclinacion del arco: eſto es, el diametro del circulo mayor eſtè mas alto que el del menor, quanto es la linea EG en dicho triangulo: Eſto ſupueſto, tireſe en la figura de los circulos, del centro F del menor la linea FH, igual à la linea EG del triangulo, y perpendicular à la AB: tire-

ſe

se aparte la AB igual à la AB de los circulos: cortese en ella la BH, igual à la otra BH; y del punto H, baxe la perpendicular HF, que serà la distancia de la vna frente à la otra, y tirando vna paralela por el punto F, se cortaràn alli las FD, FC, iguales à las de arriba; y cortando tambien la HA, igual à la HA de arriba, y la HE, igual à la HE, se tiraràn las lineas AC, EF, BD, y poniendo las divisiones ordinarias en las AB, CD, se tiraràn las lineas de vnas à otras, y quedarà formada la Ichnographia orizontal del arco. Suponganse tambien tirados los perpendiculos de las divisiones del arco mayor, de suerte, que passen hasta las del menor prolongado; y con esto se podràn hallar los lados inclinados de la misma suerte, que en la proposicion antecedente.

Por exemplo, el lado inclinado que corresponde à la linea Ichnographia AC, se hallarà tirando aparte, en el triangulo, num. 2. la misma AC; y del punto A, se levantarà la perpendicular Aa, igual à la linea Aa, que en la figura de los circulos es la distancia del plano orizontal, en quien se halla el diametro CD, del otro plano orizontal en que se halla el diametro AB: en el punto C, del triangulo, no es menester levantar perpendicular alguna, sì que tirando la aC, serà esta el lado inclinado, que junta los puntos C, y A. Assimismo se hallaràn los demàs, porque tirando aparte la linea Ichnographica NK, y levantando del punto K vna igual à la dicha Aa, sin levantar ninguna del punto N, la hypothenusa de este triangulo, seria el lado inclinado correspondiente à la NK. Respecto de la IM, que pertenece à la superficie convexa del arco, se tiraria aparte la ID, y del punto M, se levantaria la perpendicular igual al perpendiculo MS; y del punto I, otra perpendicular igual al perpendiculo IL; y assi de los demàs, tomando siempre los perpendiculos del circulo mayor desde la linea aD.

Las plantillas para entrambas frentes se hallan yà en los arcos fundamentales. Las de los lechos se cortaràn de la misma suerte, tirando, como en la propos. passada, perpendiculares de las juntas de la frente del arco mayor,

à las juntas del menor prolongadas ; como se vè en ST : y asimismo las plantillas para las concavidades se haran tirando perpendiculares de los extremos de las cuerdas del arco mayor ; à las cuerdas del menor prolongadas ; como se vè en la VX perpendicular à la NX. En lo demàs se procederà como en la propos. antecedente, y assi no multiplico las figuras.

COROLARIO.

DE lo dicho se colige, que con igual facilidad se trazaria el arco ; caso que entrambas frentes fuessen iguales ; ò la inferior mayor que la superior : è caso que entrambos fuessen rebaxados, ò el uno de medio punto ; y el otro rebaxado, ù entrambos de pies desiguales : y por consiguiente, es esta regla muy general, y aprovecha para trazar los capialzados, como se verà en las proposiciones siguientes.

PROP. XXXVIII. Problema.

Trazar un arco capialzado, que por una frente sea de medio punto, y por la otra escarzano. fig. 46.

SUelense fabricar los arcos capialzados en las puertas, y ventanas ; para que mediantes sus derramos se puedan abrir mas francamente ; y admitan mayor copia de luz. Sea ; pues, ADEFGC la planta orizontal del arco capialzado que se ha de fabricar ; en la qual, AC, es el diametro menor del arco ; que por esta parte interior ha de ser de medio punto ; y EF sea el diametro mayor del mismo arco, que por esta parte exterior ha de ser escarzano: Sean AD, y CG la profundidad seguida del arco de medio punto ; y hechos los recodos en D, y G, para el descanso, y firmeza de las puertas, sean DE, y GF, sus derramos. Esto supuesto, descrivase sobre el diametro AC ; el arco de medio punto ; y cortele la CH, igual à GF : del punto H levantese la perpendicular HB ; y del punto F su paralela FK ; y del punto B la BK, paralela à la AC: tirese del punto E la EL, paralela, è igual à FK : por los puntos L, y K, tirese el arco escarzano KIL, dandole la Montea que se

quisiere, y quedarà formado quanto es menester para cortar las plantillas, como se sigue.

Por ser este arco recto, y todos sus angulos, exceptando los que resultan del derramo, son rectos, bastarà formar para su fabrica solamente las plantillas de los lechos. La primera, que es orizontal, es PCGF: La del segundo lecho MN, se formarà assi: Tirese aparte en el num. 1. la DC, à discrecion, de quien se sacarà la perpendicular DF, igual à la CG de la fig. principal; y la FE, igual al recodo: del punto E, saquese la perpendicular EM, igual à SF; y del punto M, la perpendicular MN, igual à la junta MN, de la figura principal; y tirando la EN, quedarà formada la plantilla, que es DFECN: la MN se podrà estender hasta O, para formar alli el paramento segun se quisiere; y serà la DO toda la plantilla. La del tercer lecho, que se pinta en el num. 2. se formarà de la misma suerte, tomando alli la QR, igual à la QR, de la figura principal.

Segun lo que aqui hemos obrado, los lados de los lechos, ò juntas son lineas rectas; pero regularmente suelen hazerse algo curvas, y parecen mejor à la vista, à lo qual llaman algunos capialzado à lo pechina. El modo de formarle se dirà en la proposicion 40.

PROP. XXXIX. Problema.

Formar vn arco, que por vna frente sea à nivèl, ò adintelado, y por la otra capialzado. fig. 47.

SUelense muy frequentemente hazer estos arcos sobre puertas, y ventanas quadradas: por lo qual son por vna parte escarzano, ù de otro genero, y por la otra se rebaxan à nivèl, formando la linea recta, que viene à cerrar, y terminar por arriba lo claro de la puerta, ò ventana. Sea, pues, en la fig. 47. la Ichnographia, ò planta de la puerta ABCDEF, en la qual, BD, es la planta que rectamente forman los postes: AB, y EF, son los derramos; y B, E, los recodos para los exes, y asiento, y batedor de las puertas: Pidese, que sobre AF, se descriva vn arco, por exemplo, escarzano (podia ser de medio punto, ù de cordèl,

del, &c.) el qual ha de profundarse hasta la CD, de suerte, que en BE sea yà linea recta.

Operacion. Descrivase sobre AF el arco escarzano AKF (Prop. 2.) distribuyase en sus partes, de quienes se tiraràn los perpendiculos acostumbrados, continuandoles por toda la planta hasta la CD : continuense con lineas ocultas las CB, y DE hasta G, y H, y serà GH igual à BE : Hecho esto, cortese en la AF desde el punto I la IX igual a la IK ; y la IZ igual à la LL ; y del punto M tirense las MZ, MX, y estos seràn los lados inclinados, ò las juntas. De esta planta se sacaràn las plantillas, como se sigue.

1. Las de la frente escarzana se vèn yà formadas en el mismo arco AKF. Las de la frente rebaxada à nivèl se hallan tambien trazadas con solo continuar las juntas hasta la linea GH, que es igual à BE, y se supone por ella misma.

2. Las plantillas para los lechos se cortaràn assi : La del primer lecho, si el arco mueve de plano orizontal, es el rectilineo ABCN ; pero si mueve de Salmer, que es lo que haze mejor vista, se tirarà en la figura mayor la Aq perpendicular à NB. Tirese aparte num. 1. la EB indefinida, y cortese en ella la qB igual à la qB de la mayor. Del punto q levantese la perpendicular qA indefinida: Tomese con el compàs la BA ; y desde B, num. 1. señalese el punto A : tirese la AR igual à la junta AR del arco, y paralela à BE : y hecho el recodo B igual à su correspondiente, como tambien la BC, à la BC, se tirarà la CD paralela à BE, y la RD paralela à AS, y quedarà hecha la plantilla.

La del segundo lecho se harà en esta forma. Tirese en la figura mayor la LO paralela à la junta LS : y del punto L de la dobela AKF, tirese la LO perpendicular à la dicha paralela. Repitase aparte en el num. 2. la LO, que es paralela à la junta, y del punto O levantese la perpendicular OM indefinida : Tomese con el compàs la inclinada MZ, y desde L, num. 2. señalese en la perpendicular el punto M. Tirese la MS paralela à LO, igual à la junta LS ; y tirando la ST paralela, è igual à la OM,

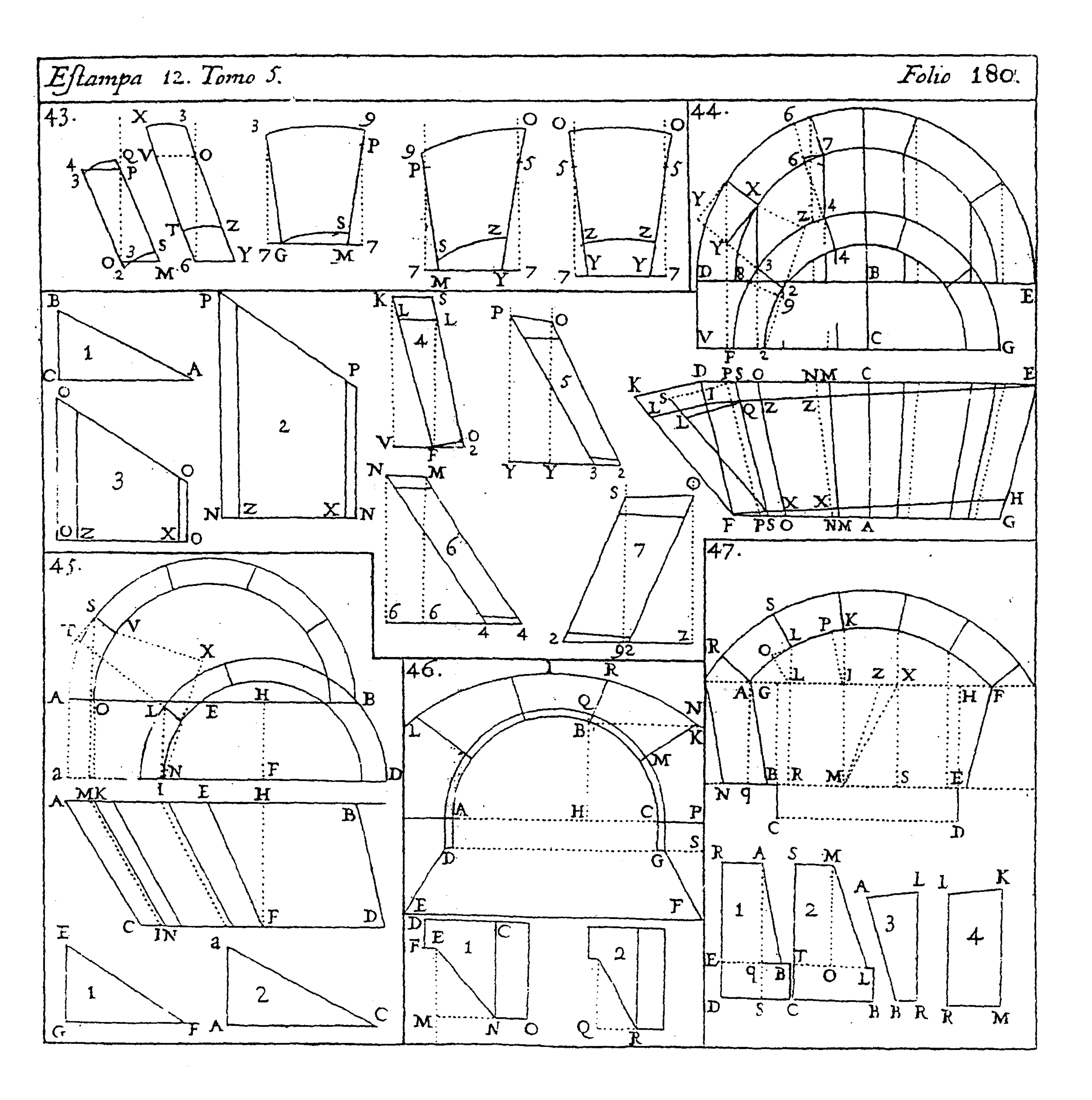
se continuarà la LO hasta T; y añadiendo el recodo, y el paralelogramo BT, como en la antecedente, quedarà trazada la plantilla. Para la del tercer lecho se tomarà la IP en lugar de la LO; y en lugar de la inclinada MZ, se tomarà la MX, y se obrarà de la misma manera.

3. Las plantillas para las concavidades se cortaràn como se sigue: Para la primera AL, se tirarà aparte, num. 3. la BR, igual à la otra BR: levantese la perpendicular RL, igual al lado inclinado MZ; hagase el angulo ABR igual al otro angulo ABR, y sea la AB igual à la otra AB en la figura principal; y tirando la AL, quedarà formada la plantilla: y si se huviere obrado bien la AL de la plantilla, serà igual à la cuerda AL del arco. Para la segunda concavidad LK, se harà en el num. 4. la RM, igual à la otra RM: levantese la perpendicular MK, igual al lado inclinado MX: levantese tambien la perpendicular RL, igual al lado inclinado MZ, y tirando la LK serà igual, si se huviere obrado bien, à la cuerda LK del arco, y quedarà trazada la plantilla. La de la clave se harà tirando aparte la MS, igual à la MS, y se sacaràn de sus extremidades las perpendiculares, entrambas iguales al lado inclinado MX, y cerrando el paralelogramo quedarà hecha la plantilla. A estas plantillas de las concavidades se añadiràn, si pareciere, los rectangulos, que son las plantillas de lo correspondiente à cada vna en el plano BD, donde se rebaxa el arco à nivèl. Omito la demonstracion de estas practicas, por consistir mas en la fuerza de la imaginacion, que en Theoremas Geometricos, y ser la demonstracion de poca vtilidad.

PROP. XXXX. Problema.

Trazar vn arco, que por vna frente sea à nivèl, y por la otra capialzado à lo pechina. fig. 48.

Esta especie de capialzado es mas garbosa, y por imitar en algun modo à vna concha, le suelen llamar *à lo pechina*: se diferencia de los antecedentes, en que las juntas, ò lados inclinados no son lineas rectas, si algo cur-



43.
44.
45.
46.
47.

curvas: su construccion es la misma que en los passados, solo se añade el dàr la curvatura à los lados sobredichos: y para mayor claridad explicarè toda su practica, aunque se repitan algunas operaciones explicadas yà en las Proposiciones antecedentes.

Sea, pues, en la figura 48. la planta de la puerta ABCDEF: y la AF sea el diametro del claro del arco, que por exemplo sea escarzano: el qual ha de profundarse hasta CD, formandose alli à nivèl, donde ha de tener la craficie BC. *Operacion.* Descrivase el arco escarzano sobre AF (2.) con sus divisiones, y perpendiculos acostumbrados, que se prolongaràn hasta la CD. Cortense en la AF desde el punto I la IZ, igual al perpendiculo LL: y la IX, igual al perpendiculo II: y tirense las rectas MZ, MX, que son las juntas, ò lados inclinados, como se dixo en la Proposicion antecedente. Hallese aora en la ME prolongada, si fuere menester, vn centro, desde el qual por los puntos M, Z, se descriva el arco MZ: y assimismo otro centro en la misma ME, desde el qual se descriva el arco MX. Hecha esta delineacion, se cortaràn las plantillas en la forma siguiente, que con poca diferencia es la misma de la Proposicion passada.

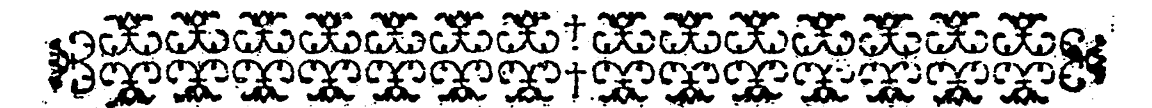
1. Las de los paramentos estàn yà descriptas en la misma figura.

2. La del lecho primero, que forma el Salmer, es el rectilineo AOC solo: que la AQ, y la KO han de ser iguales à la AG.

La del segundo lecho se harà tirando la OB larga à discrecion; y cortando la BK igual à LO, se levantarà la perpendicular KL; y ajustando desde B la BL igual à MZ, y haziendo la LN igual à la junta LN, y paralela à OB, se concluirà como antes lo demàs. Luego se descrivirà el arco LB, con el mismo radio que el arco MZ, y quedarà concluida la plantilla, como se vè en el num. 1.

La del tercer lecho es la del num. 2. que se forma de la misma suerte, solo que la MB es igual à IP, y la IB es igual al lado MX: y el arco IB, se ha de hazer con el mismo radio que se hizo en la figura mayor el arco MX.

3. Las plantillas para las concavidades se haràn como en la Proposicion antecedente; y para dàr la curvatura à las piedras, se avràn de cortar las cerchas: esto es, para la frente escarzana vna regla cercha ajustada al angulo mixtilineo NLA, que servirà para todas: y para el lado, ò junta que sale de L, se formarà vna cercha igual, y ajustada à la curva MZ: para la junta, que sale de A, no es menester cercha alguna, por ser linea recta; y si se le quisiere dàr curvatura, se hallaria continuando la BE en la figura mayor, y de vn punto de dicha linea describiendo el arco EF: à la de la concavidad LI, se le darà en el lado, que sale de L, la curvidad con la sobredicha cercha MZ: y al lado, que proviene de I, con otra cercha ajustada, è igual al arco MX: à la clave se le darà por entrambos lados la curvatura con la misma cercha MX. Las de la otra parte del arco son como las primeras, solo que los lados estàn encontrados, como se colige de la misma operacion.



LIBRO III.

DE LAS BOVEDAS CONICAS.

ASSI como las bovedas cilindricas son porciones de cilindros; assi las conicas son porciones de piramides conicas: y por consiguiente vienen à rematar en vn punto: es grande su fortaleza, mientras tengan los estrivos competentes à su rempujo. Suelen por lo regular fabricarse en los angulos de los edificios: y son de grande vtilidad, porque con ellas se dà comunmente mayor extension à las piezas de vna fabrica, dilatandolas mas de lo que permiten sus paredes, y quedando parte de ellas abanzadas àzia fuera, y como en

el ayre, sin que por esso corran algun riesgo de ruina. El modo còn que se forman, y trazan las mas principales de estas bovedas, serà la materia de este Libro.

DEFINICIONES.

1. BAsa de vna boveda conica, es el plano vertical, ò quasi vertical de donde empieza à correr, hasta rematar en el apice, ò punto terminante; y la distancia que ay de dicho plano à este punto, es la *longitud de la boveda.*

2. *Exe de vna boveda conica*, es la linea recta, que passa del centro de su basa, hasta dicho apice, ò punto terminante. Si este exe fuere perpendicular, ò recto à la basa, serà la *boveda conica recta*; y si obliquo, serà *obliqua.*

3. Concibese resultar la boveda conica del movimiento de vn triangulo, que dà vna buelta sobre vno de sus lados; de suerte, que el lado sobre quien, como exe, se mueve, serà el exe de la boveda; y los otros lados, que se mueven sobre el dicho, formaràn, el vno la buelta de la boveda, y el otro su basa, ò frente.

PROP. I. Problema.

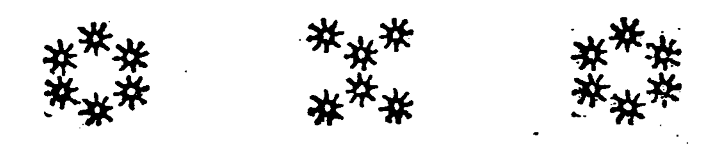
Trazar vna Boveda conica recta. fig. 49.

LO que se dixere de esta boveda, servirà de fundamento para las demàs; y assi convendrà hazer de ella cabal concepto. Su idea se formarà, imaginando el triangulo ABC en el plano orizontal; y el arco CGA, levantado perpendicularmente sobre el dicho plano; y que de cada punto de la circunferencia del arco, vengan lineas rectas al punto B: con que quedarà formada la boveda por la parte concaba, cuya planta serà el triangulo ABC. Assimismo se harà concepto de su formacion, si se imagina que el triangulo EDF dà vna buelta sobre el lado DE; porque passandose el punto F al punto I, se formarà el semicirculo vertical FHI; y la DF formarà la superficie convexa de la buelta; y passando tambien con el

ſobredicho movimiento el punto A al punto C, ſe formara el ſemicirculo AGC; y la BA deſcrivira la ſuperficie concaba, y ſerà la DE el exe de la boveda, el qual, por ſer dicha boveda recta, ſe ſupone ſer perpendicular al diametro CA, y plano del circulo IHF: de que ſe ſige, que todas las rectas, que de la periferia concaba AGC, vienen al punto B, ſon entre ſi iguales; como tambien las que vienen de la periferia convexa FHI, al punto D.

Hecho, pues, el triangulo IDF, y el CBA, ſe deſcriviràn del centro E los dos ſemicirculos ſobredichos, que ſe dividiràn del modo ordinario en ſus piedras; y de las diviſiones ſe tiraràn à la IF los acoſtumbrados perpendiculos; y tirando rectas del punto B à las diviſiones que forman en la CA los perpendiculos que baxan de la parte concaba del arco, ſeràn los veſtigios, ò planta de las juntas de las piedras, que concurren todas en B. Con eſto las plantillas de los paramentos ſe vèn yà formadas en el arco que ſe ha deſcripto: las de los lechos ſon todas iguales al trapecio ABDF, y tienen la linea BD comun, por concurrir alli todos los lechos, como ſe colige de lo dicho.

Las plantillas para lo concabo de las piedras, ſe formaràn, deſcriviendo del punto B, con la diſtancia BA, el arco AK, igual à AG; y tirando la ſubtenſa AK, el triangulo ABK, ſerà la plantilla para las concavidades de todas las piedras, à quienes ſe les darà deſpues la curvidad con vna regla cercha ajuſtada al angulo curvilineo HGA: De la miſma ſuerte ſe cortaràn plantillas, ſi ſe quiſiere, para las ſuperficies convexas, haziendo del punto D, con la diſtancia DE, el arco FL; y tirando vna tangente por el punto O, que divide por medio el arco FL, y el triangulo MDN, ſerà la plantilla, à quien ſe le darà la curvatura con vna regla cercha ajuſtada al angulo GHF.



PROP.

PROP. II. Problema.

Trazar vna Boveda conica quadrada. fig. 50.

LA boveda que se descriviò en la proposicion antecedente, tenia por planta orizontal vn triangulo; y assi se le pudo dàr el nombre de *triangular*: La que aora delineamos tiene por planta vn quadrado, y por esso la llamamos quadrada: es de grande vtilidad en muchos casos, porque sobre ella se puede cargar vn angulo de vna fabrica. Su idea es la siguiente: Sea el quadrado KABC su planta en el plano orizontal: (fig. 2.) Imaginese sobre el triangulo ABC la boveda de la proposicion antecedente: esto es, vna boveda, que empezando à subir de sobre AB, BC, forme vn arco de medio punto sobre la AC; pero de suerte, que sus piedras se continùen hasta que sus extremidades correspondan perpendicularmente en el ayre sobre las AK, y KC: de que se sigue, que toda la parte de boveda que corresponde sobre el triangulo AKC, queda suspensa en el ayre, formando sobre AK vna media frente de arco de punto levantado; y otra media frente sobre KC, igual, y semejante à la primera: no obstante lo qual, es de suficiente robustèz esta boveda para mantener sobre sì mucho peso. El modo de trazarla, es el siguiente.

1. Hecho el quadrado sobredicho, se tiraràn las DF, DL paralelas à las BA, BC, que determinen la craficie de las paredes, ù de la boveda, y se estenderà la diagonal AC, hasta F, y L. Suporgase sobre la AL descripto el arco fundamental de medio punto con los perpendiculos, que dividen la FL del modo ordinario. (Por no confundir, no se ha delineado en la figura el arco, sì solo las divisiones de la FL, que vnicamente son menester.) Del punto B, por las divisiones que en la AC provienen del circulo interior, se tiraràn lineas rectas; y del punto D, por las divisiones que en la FL provienen del circulo exterior, se tiraràn tambien rectas, continuando las vnas, y las otras hasta los lados AK, KC, las quales son la Ichno-

nographia orizontal de los lados inclinados de las piedras: Hecho esto, se ha de buscar la longitud verdadera de los lados inclinados, que como dixe, se estienden desde el punto B, hasta que la otra extremidad corresponda perpendicularmente sobre las lineas AK, KC; y juntamente es menester saber la altura de los perpendiculos, que de la extremidad de cada lado inclinado caen sobre las dichas AK, KC: lo qual se harà en la forma siguiente.

2. Tirese aparte, como en el num. 2. la linea BK, igual à la BK del num. 1. y con la distancia BA, igual à la otra BA, hagase vn arco de circulo: cortese la BE, igual à la otra BE: levantese del punto E la perpendicular EL, hasta que corte el circulo en L: tirese por L la recta BLM, larga à discrecion: levantese del punto K vna perpendicular KM, que cortarà la BM en M; y la BM, serà el lado inclinado correspondiente à la BK del num. 1. y la MK su perpendiculo. Asimismo tomese en el num. 2. la BH, igual à la BH del num. 1. levantese la perpendicular HS, hasta que corte el circulo en S: tirese por S la BS, alargandola à discrecion: tomese la BI, igual à la otra BI: del punto I, levantese vna perpendicular, que cortarà la BSI en I; y la BSI, serà el lado inclinado correspondiente à la orizontal BI del num. 1. y su perpendiculo serà II. De la misma suerte se hallarà ser BN, el lado inclinado correspondiente à la orizontal BQ, y NQ su perpendiculo; y estos son los lados inclinados, y perpendiculos correspondientes à las juntas de la parte concaba de la boveda.

Para la convexa se obrarà de la misma manera, tirando aparte, num. 3. la DK, igual à la DK del num. 1. y con el intervalo DF, igual à la otra DF del num. 1. se harà vn arco FG; y cortando la DE, igual à la otra DE, se levantarà desde E vna perpendicular, que cortarà el arco en G; y tirando por G la recta DGC, se levantarà del punto K la perpendicular KC; y la DC, serà el lado inclinado correspondiente à DK, por la parte convexa de la boveda, y su perpendiculo serà CK: asimismo tome-

se

se la DP igual à la otra DP : y levantese la perpendicular PH ; y tirando la DHL , se tomarà la D3. igual à la otra D3, y del punto 3. se levantarà la perpendicular 3L, y serà DL el lado inclinado correspondiente à D3. del num. 1. y L3. su perpendiculo. Ultimamente , tomese la DI igual à la otra DI ; levantese la perpendicular II , y tirando la DI , se tomarà la DX igual à la otra DX : y levantando la perpendicular X4. serà la D4. el lado inclinado correspondiente al otro DX ; y 4X su perpendiculo.

3. Aora es menester formar los arcos , que sobre las AK , CK sirven de frente à la boveda ; y porque son iguales, bastarà formar el de la vna parte. Tirese, pues, separadamente, para evitar confusion, en el num. 4. la KG , igual à la KG del num. 1. y con sus mismas divisiones : y de cada division levantese vna perpendicular igual al perpendiculo que corresponde à dicha division en las figuras del num. 2. y 3. esto es, del punto K , la perpendicular KM , para el arco interior ; y KC , para el exterior : assimismo , del punto I se levantarà la II , igual à la II del num. 2. y del punto Q la QN , igual à la QN del num. 2. Assimismo , del punto 3. se levantarà la perpendicular 3L , igual à la 3L del num. 3. y del punto X la X4. igual à la X4. del mismo num. 3. Y guiando vna linea curva por las extremidades de estas perpendiculares , quedaràn delineados los arcos , ò frentes de la boveda : y alli mismo las plantillas para los paramentos.

4. Las plantillas para los lechos no se diferencian de las que se cortaron en la Proposicion antecedente en otro , que en averse de alargar , ò acortar , hasta que lleguen à encontrar con los planos verticales , que se imaginan sobre las AK , CK , num. 1. Porque si fuere la boveda de la Proposicion passada , seria la plantilla comun para todos los lechos el trapezio FABD : continùense , pues, en esta las DF , BA , num. 1. à discrecion ; y en la DF prolongada notense desde D los lados inclinados del num. 3. menos el DC , por pertenecer al medio de la clave , donde no ha de aver junta : con que se harà DT igual

à

à DL, y DR igual à D4. asimismo en la BO, num. 1. se trasladaràn los lados inclinados del num. 2. haziendo BO igual à BI, y BS igual à BN: y tirando las lineas TO, RS, quedaràn formadas las plantillas: y assi, la del primer lecho, que es el orizontal, serà el trapezio BAGD: la del segundo, BSRD: y la del tercero, BOTD.

5. Para las concavidades sirven tambien las plantillas de la Proposicion passada, pero prolongadas, como las antecedentes: el modo de trazarlas es el siguiente: Descrivase aparte, num. 5. el arco AG, con el radio BA, igual à la BA del num. 1. Cortense en este arco las divisiones AH, HG, GG, iguales à las del arco fundamental: Dividase el arco GG por medio con la BM, que se harà igual à la BM del num. 2. Tirense del centro B las BGI, iguales à la BI del num. 2. y la BS igual à la BN; y juntando las AS, SI, IM, IM, serà BIMI la plantilla plana para la concavidad de la clave: BSI, para la segunda piedra; y BSA, para la primera; à quienes se darà la concavidad curva con la regla cercha, ò baivèl ordinario, cortado segun la frente del arco fundamental.

PROP. III. Problema.

Trazar vna boveda conica quadrada, cuya frente sea circular, ò rebaxada. fig.51.

LA boveda de la Proposicion antecedente se empezò à trazar por el arco de medio punto, que la divide por medio: de que resultò, que las dos porciones de arco, que formaban su frente, eran de arco de punto levantado. Pidese aora, que estas dos porciones, que forman la frente, sean de arco de medio punto: para lo qual es necessario empezar la operacion por estas frentes, como se sigue. Sea en el num. 1. como en la Proposicion passada, el quadrado ABCD la Ichnographia orizontal de la boveda: descrivase sobre el lado DC el quadrante CK, con su dobela exterior ZR, como se vè en la figura: dividase en sus juntas, y tirense los perpendiculos à la DR: esto mismo se avia de hazer sobre la DQ; pero bastarà pas-

passar alli las divisiones de la DR. De la divisiones, que en las DC, DA provienen de la periferia concaba, tirense lineas al punto B: y de las que en las DR, DO nacen de la convexa, tirense lineas al punto V: y estas lineas seràn los vestigios orizontales de las juntas, ò lados.

1. Hecho esto, se han de hallar las juntas, ò lados inclinados, para lo qual se tirarà parte num. 2. la BE, igual à la BE del num. 1. y se levantarà la EG igual à la EG del num. 1. y tirando la BG serà este el lado inclinado de la parte concaba: La razon es clara, porque si el triangulo BGE se pone verticalmente levantado sobre la BE del num. 1. por sèr la EG del triangulo igual à la otra EG, el punto G estarà en la periferia del quadrante CK, levantado tambien verticalmente sobre la CD; y por consiguiente la linea GB serà el lado, ò junta inclinada de la parte concaba de la boveda. Assimismo se cortarà num. 2. la BM igual à la otra BM, y levantando la perpendicular ML igual à la otra ML, serà BL el lado inclinado, correspondiente à la BM del num. 1. De esta misma suerte se hallaràn los lados inclinados de la parte convexa: Tirese, pues, aparte num. 3. la VF igual à la VF del num. 1. y levantese la perpendicular FN igual à la otra FN, y la VN serà el lado inclinado, correspondiente à la VF del num. 1. Assimismo tomese la VH igual à la otra VH: levantese la perpendicular HI igual à la otra HI; y la VI serà el otro lado inclinado.

2. Las plantillas de los paramentos se hallan hechas en el quadrante HZ, num. 1. Las de las concavidades se haràn tirando aparte en el num. 4. la EE igual à la distancia EE del num. 1. Formese el triangulo Isoceles EHE, haziendo los lados EH iguales al lado inclinado BG del num. 2. Formese sobre la EE el triangulo Isoceles EKE, haziendo los lados KE iguales à la subtensa KG del num. 1. y el trapezio HEKE serà la plantilla para la concavidad de la clave. Sobre la HE formese el triangulo ELH, tomando la EL igual à la subtensa GL del num. 1. y la HL igual al lado inclinado BL del num. 2. y este triangulo serà la plantilla de la segunda concavidad. Hagase assimis-

mismo sobre la HL el triangulo LMH, tomando la LM igual à la subtensa LC; y HM igual lado BC del num. 1. y este triangulo serà la otra plantilla.

3. Para trazar las plantillas de los lechos supónganse en el quadrante del num. 1. continuadas las juntas GN, IL hasta la DC, que por ser de medio punto vendràn todas al centro D. Hagase aparte en el num. 5. el triangulo VHE, tomando la HV igual à la BD del num. 1. y la VE igual à la distancia DG en el mismo num. 1. y la HE igual à la BG del num. 2. Continuando despues la VE hasta R, de suerte, que ER sea igual à la GN del num. 1. serà el angulo REH el que haze la junta GN de la frente, con el lado inclinado que sale de G. Alargando aora la HV hasta T, de suerte, que HT sea igual à la BV del num. 1. se tirarà la RT, que aviendose obrado bien, serà igual à la VN del num. 3. Y el trapezio THER serà la plantilla del lecho perteneciente à la GN del num. 1. De la misma manera se harà la plantilla para el lecho de LI, formando el triangulo del n. 6. con las lineas PH igual à BD del num. 1. Y PL igual à DL del num. 1. y HL igual à BL del num. 2. que es el lado inclinado, que le corresponde; y añadiendo las LS, y HT, iguales à LI, y BV del num. 1. y tirando la TS, serà HLST la plantilla; y assi de las demas. La orizontal es en el num. 1. el trapezio BHRV.

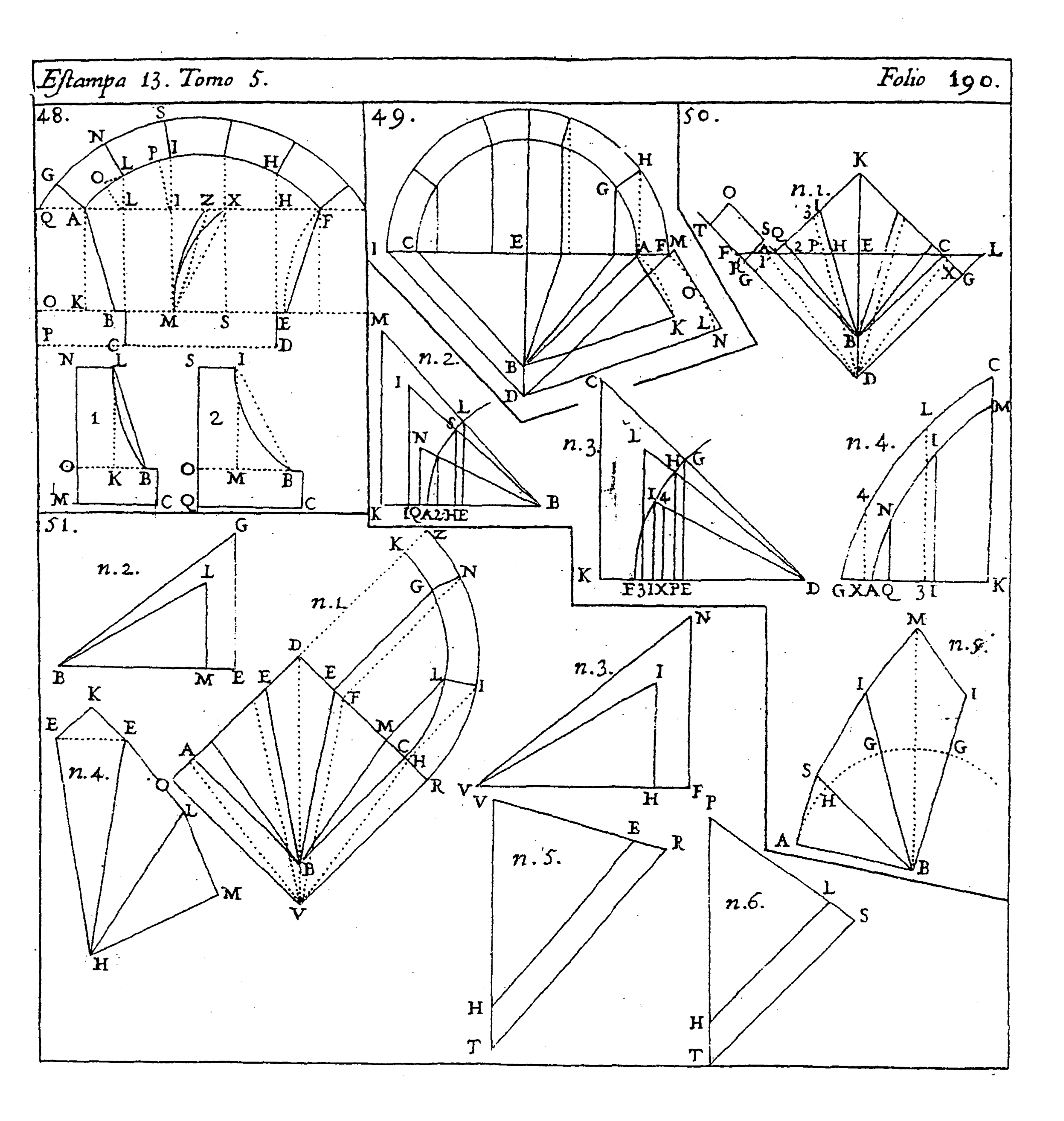
Notese bien esta practica, que sobre no ser dificultosa es muy general para trazar diferentes bovedas: Y si se pidiere que la frente fuere rebaxada, se obraria de la misma suerte, solo que el quadrante CK num. 1. se haria rebaxado.

PROP. IV. Problema.

Trazar vna boveda conica en vn rectangulo quadrilongo.
fig. 52.

ESta boveda solo se diferencia de la que se trazò en las Propos. 2. y 3. en que en aquella era la planta quadrada, y por consiguiente los dos quadrantes de la frente eran iguales; pero en esta es la planta quadrilonga; y por consiguiente son los quadrantes de su frente desigua-

les


Estampa 13. Tomo 5.
Folio 190.
48.
49.
50.
51.
n. 1.
n. 2.
n. 3.
n. 4.
n. 5.
n. 6.
n. 9.

les. Sea, pues, la planta de la boveda el quadrilongo DABC. Descrivase sobre el lado DC el quadrante de aquella frente; sea de medio punto, ò rebaxado como en este exemplo. Dividase en sus partes, de quienes baxen los perpendiculos à la DC, como se acostumbra. Sobre la AD se ha de descrivir otro quadrante de igual altura con el otro, en esta forma: Tirese la recta AC, y de cada division de la DC, tirense paralelas à la AC, que corten la AD, y quedarà esta dividida proporcionalmente como la DC: Hecho esto, levantense de las divisiones de la AD perpendiculares iguales à las del otro quadrante, y quedaràn entrambos descriptos. Con esto se hallaràn los lados inclinados, y luego las plantillas, como en la propos. antecedente.

PROP. V. Problema.

Descrivir vna boveda conica, cuya Ichnographia orizontal sea circular, concaba, ò convexa. fig. 53.

BAstarà expressar en la figura vna mitad de estas bovedas, porque la otra mitad se traza de la misma manera. Sea, pues, fig. 53. en el num. 1. el Sector ACD, la planta de la mitad de vna boveda conica, que feneciendo en el punto A, su frente corresponda verticalmente sobre la porcion de circulo CD, y por consiguiente serà convexa: pidese su construccion.

Operacion. Sobre CB, como semidiametro descrivase el quadrante CL; y el otro ST para formar su dobela; y tirando la SH, paralela à CA, quedarà determinada la craficie de la boveda: dividase el quadrante en sus piedras, y tirense los perpendiculos à SB, como se acostumbra; y de los puntos C, F, E, B, tirense rectas al punto A; estas seràn las plantas orizontales de las juntas de la concavidad; y de los otros puntos tirense rectas al punto H, que seràn las plantas de las juntas de la convexidad, prolongando vnas, y otras hasta el arco CD.

1. Aora se hallaràn los lados inclinados de la concavi-

vidad, tirando aparte en el num. 2. la recta AD, igual à la AD del numero 1. à quien se transportaràn las distancias AB, AE, AF, del mismo num. 1. De los puntos B, E, y F, del num. 2. se levantaran perpendiculares, que sean iguales à sus correspondientes en el arco fundamental CL, y la DO à discrecion: Tirense del punto A por los extremos de ellas las hypothenusas; y estas seràn sus lados inclinados pertenecientes à la parte concaba de la boveda, hasta los puntos que en ella corresponden perpendicularmente sobre la SB. De la misma suerte se hallaràn los que pertenecen à la convexa: Tomando la HD por basa del triangulo, num. 3. igual à la HD del num. 1. a quien se trasladaràn las lineas de puntos, que salen de H, hasta la SB; y levantando de las divisiones las perpendiculares iguales à las que descienden de la peripheria exterior del arco fundamental; y las hypothenusas tiradas del punto H por sus extremidades seràn los lados inclinados de la parte convexa de la boveda, hasta sobre la SB.

2. Hecho esto, se formaràn las plantillas para las concavidades de este modo: Descrivase aparte, num. 4. con el intervalo AC, igual à AC del num. 1. vn arco CL à discrecion: cortense los arcos LM, MN, NC, iguales à los del arco fundamental, num. 1. y por las divisiones tirense del centro A las rectas AL, AM, AN, AC, largas à discrecion: haganse estas lineas iguales à los lados inclinados de la concavidad, que se han hallado en el num. 2. y vniendo las extremidades con lineas algo curvas, se tendràn las plantillas para las concavidades.

3. Las de la frente se cortaràn en materia flexible, y se trazaràn de esta manera: Estiendase en el num. 5. en linea recta la DQ del num. 1. con sus mismas divisiones: de las D, D, D, pertenecientes à la parte concaba, levantense perpendiculares iguales à los perpendiculos DO, DR, DP, hallados en el num. 2. y por los puntos C, P, R, O, llevese vna linea curva: assimismo de los puntos E, B, D, pertenecientes à lo convexo, levantense las perpendiculares iguales a los perpendiculos del num. 3. esto es, DA igual à DA: BB, igual à DB; y EE igual

igual à DE : y por los puntos Q, E, B, A, tirese vna linea curva ; y tirando las BR, EP, quedaràn formadas las plantillas de los paramentos.

4. Para cortar las de los lechos, se ha de suponer, que por ser en este exemplo el exe AB, recto al plano circular CL, num. 1. el angulo que forman todos los lados inclinados con la linea AH, es igual al angulo HAC. Esto supuesto, si se quiere cortar la plantilla para el lecho de la junta M, se tirarà aparte, num. 6. la recta AR, igual al lado inclinado AR del num. 2. que es de la parte concaba: luego se formarà el angulo A, igual al angulo HAC, num. 1. haziendo la AH igual à la AH del num. 1. Tirese despues la HB paralela à AR, è igual à la HB del num. 3. y juntando la BR, quedarà trazada la plantilla para dicho lecho; y assimismo se trazaran las demàs, tomando del num. 2. y 3. los lados inclinados sus correspondientes.

Si la boveda conica tuviere la planta circular concaba, como por exemplo, AIKT, se obrarà en la forma siguiente: Supuesto el arco fundamental, y los perpendiculos ordinarios, de los puntos E, y F, se tiraràn lineas al punto A; y de los otros puntos al punto H. Luego se trasladaràn à la figura de los lados inclinados, num. 2. las AI, AG, AK del num. 1. Del punto I, num. 2. se levantarà vna perpendicular hasta la AO: del punto G, hasta la AR: y del punto K, hasta la AP, que para mas diferencia se han hecho de puntos: y las AV, AX, AY seràn los lados inclinados de la concavidad, hasta en derechura de la periferia IKT; y sus perpendiculos seràn IV, GX, KY. De la misma suerte se hallaràn los pertenecientes à la parte convexa, passando à la figura del num. 3. la HI, y las lineas de puntos que ay desde H, num. 1. hasta el arco IT, y obrando de la manera sobredicha.

Las plantillas para las concavidades se haràn describiendo en el num. 7. vn arco con la distancia AC, igual à LI del num. 1. supuesto que LI sea el radio del arco IT. Trasladense al sobredicho arco las distancias TN,

NM, ML del arco fundamental, añadiendo la LM para formar la clave: tirense las rectas AC, AN, AM, AL: cortense de estas la AY, AX, AV, iguales à los lados inclinados del num. 2. y serà XAX la plantilla de la concavidad de la clave: XAY, la de la otra concavidad: y YAC, la de la siguiente.

Para trazar las plantillas de la frente, se estenderà aparte en linea recta, la curva IGKTQ del num. 1. con sus divisiones, como se vè en el num. 8. De las divisiones G, y K, se levantaràn las IV, GX, KY perpendiculares, è iguales à las del num. 2. y de los otros puntos se levantaràn las perpendiculares tomadas del num. 3. y por sus extremidades se tiraràn las curvas, que formaràn las periferias concaba, y convexa de la frente, cuya planta es en el num. 1. la periferia IQ, donde se vèn trazadas sus plantillas. Las de los lechos se trazaràn como en la antecedente.

De lo que hasta aqui se ha explicado, se puede colegir el modo de trazar otras bovedas conicas, semejantes en lo substancial à las sobredichas, aunque lleven algunas circunstancias diferentes, que por executarse con las mismas reglas, no me detengo en su particular explicacion.

PROP. VI. Problema.

Trazar una boveda conica, cuya frente estè escarpada, ò encuentre con un cañon de boveda.

fig. 54.

EN este caso se observaràn las mismas reglas de las Proposiciones passadas; solo es menester añadir à ellas, que en caso de ser escarpada la frente de la boveda, por disminuirse por arriba la craficie del muro en que està dicha frente, se han de acortar los lados inclinados; y en caso de estàr la frente en el cañon de boveda, se avràn de añadir, y prolongar, segun fuere menester: lo que se executarà en los mismos triangulos que se forman, para determinar la longitud verdadera de los lados inclinados.

Sirva de exemplo el triangulo rectangulo ABC, que

lu-

ſupongo ſea qualquiera de los que ſe han deſcripto para los lados inclinados en las operaciones antecedentes: tireſe alli la linea AD, que ſea la eſcarpa del muro, haziendo el angulo DAC, igual à la inclinacion de ſu plano; y las CD, CE, CF, ſeràn los lados inclinados. Aſsimiſmo, ſea GA la curvidad de la boveda ſeguida, donde ha de eſtàr la frente de la boveda conica; alarguenſe los lados inclinados haſta encontrar con la curva GA, y ſeràn CG, CH, CI, ſus verdaderas longitudes. En lo demàs ſe procederà como en las antecedentes.

PROP. VII. Problema.

Trazar vn nicho ſemiemiſpherico, ò boveda ſemiemiſpherica. figur. 55.

LAS bovedas de las propoſiciones antecedentes, eran porciones de pyramides conicas: las que aora he de explicar ſon partes de bovedas eſphericas; y aunque pertenecian al Libro ſiguiente; pero por hazer el miſmo efecto, y ſervir para el miſmo fin que las conicas, trato de ellas en eſte lugar: La de eſta propoſicion ſervira de fundamento para todas, y es ſu idea la ſiguiente.

Sea ſu ichnographia orizontal el ſemianulo LABCI, cuyo diametro es LI: deſcrivaſe ſobre LI el ſemicirculo LOI, y ſobre AC el ſemicirculo ADC, y quedarà deſcripto el arco fundamental; dividaſe eſte en ſus piedras, è imagineſe levantado verticalmente ſobre LI, y ſerà la frente de la boveda, que teniendo por planta orizontal el anulo AKC, y deſcendiendo las piedras deſde la frente à eſta planta orbicularmente, ſe terminaràn todas en la linea BK, y formaràn vn nicho, que por ſer vna quarta de eſphera, ò metad del emiſpherio, la llamo, *Boveda ſemiemiſpherica.* El modo de trazarla es el ſiguiente.

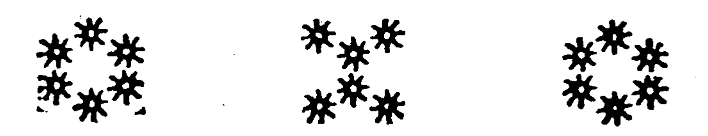
Dividaſe el ſemicirculo orizontal ABC, en qualeſquiera partes iguales en E, G, &c. tirenſe de las de vn lado à las del otro lineas rectas, que ſeran paralelas à la AC: ſobre eſtas, como ſemidiametros, deſcrivanſe ſemicirculos, que le dividiràn en tantas partes, en quantas ſe

dividiò el ſemicirculo fundamental ADC. Hecha eſta preparacion, ſe trazaràn las plantillas como ſe ſigue.

Las de la frente quedan trazadas en el arco ADC: las de los lechos ſon todas iguales al quadrante anular LABK. Para las concavidades baſtarà tambien formar vna, por ſer todas iguales; y ſe harà de eſta manera: Tireſe aparte en el num. 2. la recta MN, igual a la curva MDN del num. 1. De ſu punto medio D, tireſe la recta DX, igual al quadrante AB eſtendido; y dividaſe en tantas partes iguales, en quantas ſe dividiò dicho quadrante AB: por eſtas diviſiones tirenſe paralelas à la MN, è iguales à ſus correſpondientes en los ſemicirculos del num. 1. eſto es, la QPQ, à la QPQ: la ſiguiente SFS, à la SFS, &c. Por ſus extremidades llevefe la linea curva à vno, y otro lado, y quedarà trazada la plantilla, que ſe cortarà en materia flexible, para que ſe pueda ajuſtar à la curvidad de la piedra.

El modo de trabajar las piedras con las plantillas ſobredichas, ſerà eſte: Hagaſe vn cerchon ajuſtado à lo concabo del circulo AEB, y ſegun eſte, ſe le darà aquella curvatura à la piedra: à eſta ſuperficie concaba yà trabajada, ſe aplicarà la plantilla MXN, que ſe hizo en materia flexible, y ſe ſeñalarà en ella ſu figura: Luego ſe harà vna regla cercha, ò baivèl, ajuſtado al angulo LAM, y con eſta ſe daràn à la piedra los angulos de los lechos con las concavidades; y aplicando à los planos de los lechos la plantilla LABK, ſe cortaràn con perfeccion los lechos, y quedarà perfecta la piedra. Puedeſe tambien trabajar de otra manera, como ſaben los Maeſtros de Canteria.

El fundamento de eſtas operaciones es bien facil, y ſe echa de vèr conſiderando el ſemicirculo ADC, como en la esfera celeſte la Equinoccial; y las juntas de las piedras como Meridianos, que ſaliendo de los puntos M, N, &c. vienen à concurrir en el Polo B.



PROP.

PROP. VIII. Problema.

Trazar vn nicho ſemiemiſpherico en vn angulo. fig. 56.

PIdeſe, que ſobre la planta orizontal BAGC, ſe forme vn nicho, ò boveda como la antecedente, que aſſentando ſobre la ſeccion anular ARVC, ſe levante eſphericamente, de ſuerte, que ſu buelta conſiſta en el ayre elevada ſobre el ſector BRV, terminandoſe en los planos verticales, que ſe imaginan ſobre las orizontales RB, VB, que forman angulo recto en B.

Operacion. Dividaſe el ſector ABC por mitad con la linea BG, à quien ſe tirarà la perpendicular XZ; y ſobre ella ſe deſcrivirà el arco fundamental con ſus perpendiculos, ſegun otras vezes. Por los puntos, en que los perpendiculos que baxan de la parte concaba NE, cortan à la BE, deſcrivanſe vnos quadrantes de elypſe, que concurran en el punto F; y de los puntos en que los perpendiculos que baxan de la parte convexa QZ, cortan à la BZ, deſcrivanſe otros quadrantes de elypſe, que concurran en el punto G. Eſtos quadrantes ſe formaràn por la regla dada en el lib. 2. prop. 3. y ellos ſeràn los veſtigios orizontales de las juntas de las piedras, como ſe puede demonſtrar geometricamente. De los puntos T, I, S, O, en que dichos veſtigios elypticos cortan à la BC, tirenſe paralelas à la BE: eſto es, las TH, y SL, que provienen de la parte concaba del arco fundamental; haſta el circulo interior FE; y las otras IK, OM, que provienen de la convexa, haſta el exterior GZ.

Las plantillas para las concavidades ſe formaràn como en la propoſicion paſſada, y ſe vèn en el num. 2. pero ſe han de cortar en ellas los arcos FH, FL, FO, iguales à ſus correſpondientes en la fig. del num. 1. y ſerà FHBHF la plantilla para la concavidad de la clave: HFL, la de la ſegunda; y LFO, la de la tercera, que ſe cortaràn en materia flexible. Las de los lechos eſtàn yà en la figura del num. 1. porque la del primero, y orizontal es FVCG: la del ſegundo, es FLMG; y la del tercero, FHKG; y eſtas

miſmas ſirven para la otra parte de la boveda, y ſon las baſtantes para trabajar las piedras, que ſe labraran como las de la propoſicion paſſada.

Eſta boveda viene à ſer la miſma que la antecedente, ſolo que eſtà cortada en correſpondencia vertical à las lineas AB, CB, concurriendo todas ſus piedras, como en la ſobredicha, en la linea FG, quedando ſus frentes ſobre las AB, CB. Con eſta miſma practica ſe trazaràn otras bovedas ſemejantes.

PROP. IX. Problema.

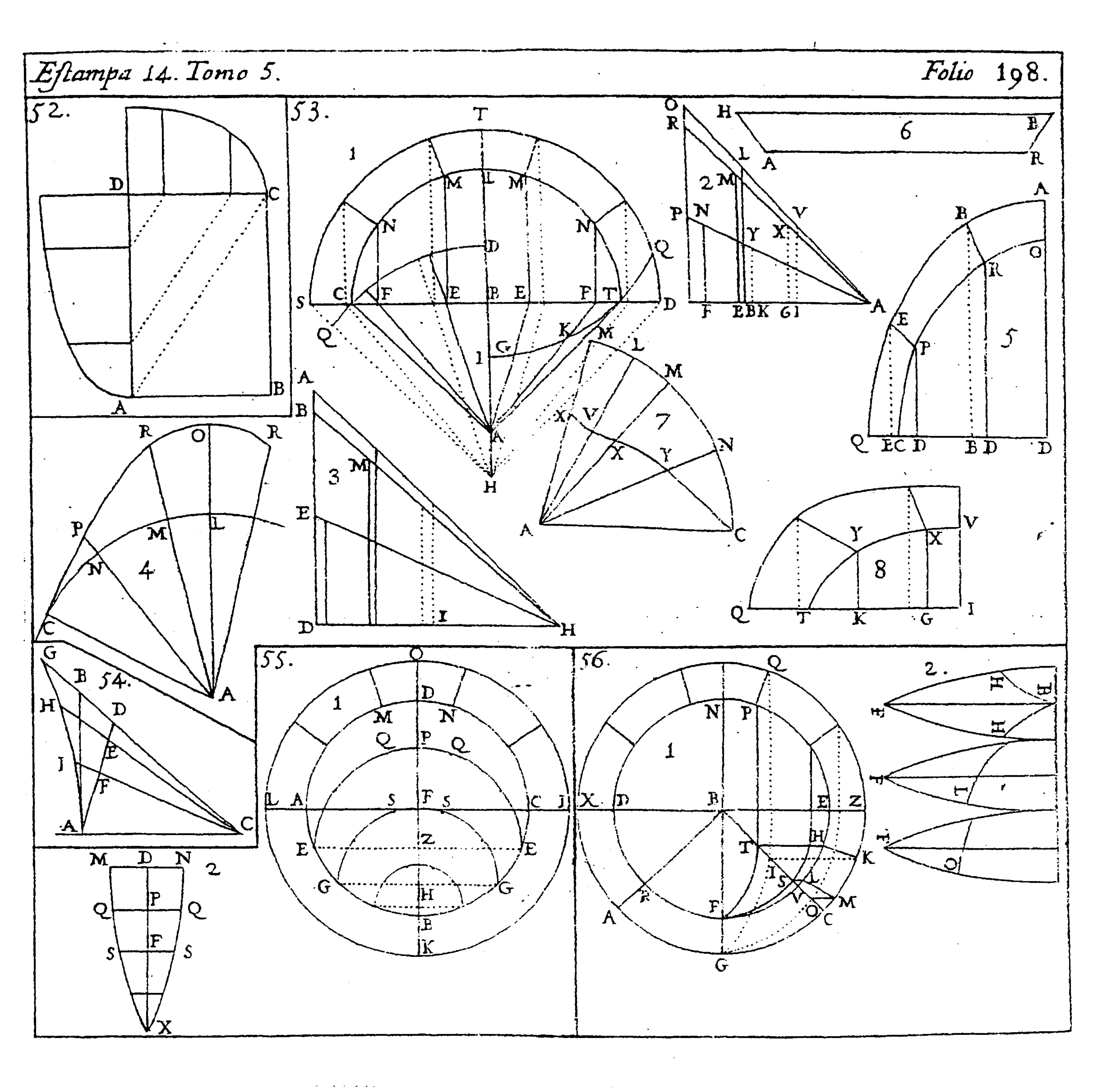
Formar vn nicho rebaxado, ò elyptico. fig. 57.

Esta boveda, ò nicho tiene ſu frente elyptica, y ſu baſa puede ſer circular, ò tambien elyplica; y para entrambos caſos ſirve la practica ſiguiente. Sea el ſemianulo elyptico AKC la planta ſobre quien ſe ha de levantar vna boveda, cuya frente ſea el arco elyptico ASL, el qual ſe dividirà en ſus piedras, tirando los ordinarios perpendiculos: ſolo advierto, que todas las juntas ſe encaminen al centro E, por la razon que dirè deſpues.

Las plantillas para los paramentos quedan formadas en el arco ASC: y ſegun los que alli forman las juntas con la concavidad, ſe cortaràn las reglas cerchas, ò baiveles para labrar las piedras. Para formar las plantillas de los lechos, ſe paſſaràn à la EC las lineas ED, EF, y ſe formaràn los quadrantes de la elipſe BD, BF, y BDC en el diametro AL, ſerà el angulo que haze la curva BD con la junta DC de la frente; y el BFC, ſerà el que haze la curva BF con la junta FC; y KCL, es el de la orizontal CL; con lo qual ſe cortaràn facilmente las plantillas, como ſe verà mas claramente en la propoſicion ſiguiente.

Con ſolas las plantillas ſobredichas ſe pueden trabajar todas las piedras, como ſaben los Canteros: porque trabajando vn lecho con ſu propria plantilla; y ſacando à eſquadra la ſuperficie plana del paramento, ſe trabajarà eſte con ſu propria plantilla; y aſsimiſmo, ſacando à eſquadra con el paramento el otro lecho, y ajuſtandole ſu

pro-


52.
53.
54.
55.
56.

propria plantilla, se podrà acabar de labrar toda su concavidad, examinandola con su regla cercha: con que quedarà perfectamente labrada la piedra.

Dixe al principio, que las juntas de la frente tengan sus tirantezes àzia el centro E, y no se dirijan à diferentes puntos de la elipse, como en otras ocasiones: lo qual se haze para que los lechos sean vna superficie plana, que por vna parte ajuste con la BK, y por la otra con la junta de la frente: lo que seria impossible, si la junta no se encaminasse al centro E, y todo el plano del lecho no tuviesse su tirantez àzia la recta EBK, como es evidente.

Si el plano, ò planta orizontal de esta boveda formasse el angulo XEZ, como en la Proposicion antecedente, se delinearian, como alli, los vestigios orizontales de las juntas, que serian tambien los quadrantes elipticos BG, y BH, &c. como se hizo en el lugar citado: y tirando las paralelas MN, ST, se cortarian de los lados de las plantillas de los lechos las porciones competentes para que ajustassen con la planta: esto es, del lado eliptico BD, perteneciente à la parte concaba, se cortaria la BO; y del lado BF la BP; y del lado BC la BQ. Y assimismo en los pertenecientes à la parte convexa, segun se hizo en la Proposicion passada.

PROP. X. Problema.

Formar vn nicho, cuya frente sea vn arco de pies desiguales. fig. 58.

SEa la semielipse AGC la planta de vn nicho, cuya frente sea el arco AHC de pies desiguales. Pidese su formacion.

Operacion. Dividase el arco, ò frente AHC en sus piedras, cuyas tirantezes vayan al punto F, por la razon dicha en la Proposicion antecedente. Sus plantillas se cortaràn, como se sigue.

Las de los paramentos estàn yà trazadas en el arco AHC. Para las de los lechos se passarà la linea FE desde el punto F, al semidiametro FC, alargado si fuere menes-

nester, y se harà el quadrante eliptico BE, con los dos semidiametros FB, FE: luego se passarà alli mismo la FH, y se formarà el quadrante eliptico GH, con los semidiametros FG, FH, y el curvilineo eliptico BEHG, serà la plantilla para el lecho de la junta EH. Assimismo se formaràn las demàs, trasladando à la FH las otras distancias del centro F, y las juntas del arco AHC. Con estas plantillas, que se han trazado, se trabajaràn las piedras, como se explicò en la Proposicion passada.



LIBRO IV.

DE LAS BOVEDAS PRINCIPALES.

HASTA aqui hemos tratado de diferentes generos de arcos, y bovedas, que suelen regularmente servir para puertas, y transitos à lo mas interior de los edificios: Aora hemos de explicar la formacion, y fàbrica de las que cubren, y cierran por arriba con maravillosa firmeza, y hermosura sus principales, y mas nobles piezas: y por servir para este efecto, las damos el nombre de *Bovedas principales*. Componese la mayor parte de ellas de los encuentros de diferentes cañones, seguidos de las que hemos explicado: de cuyo concurso se origina la mayor belleza, y primor de sus cortes, y la gran variedad de sus especies. Bastarà tratar de las mas principales, porque de su practica, y construccion se colegirà facilmente la de todas.

*** *** ***

PROP.

PROP. I. Problema.

Delineacion, y fabrica de la buelta por arista quadrilatera. fig. 59.

Boveda, ò *buelta por arista quadrilatera*, es la que resulta del concurso de dos cañones cilindricos de boveda de igual altura, que se cruzan cortandose mutuamente: de que nace formarse de ellos sobre vn quadrilatero la boveda sobredicha, llamada *por arista*, por nacer de dicho corte vnos angulos salientes, que llaman *aristas*, que en forma de arcos la cruzan diagonalmente por los angulos opuestos. Si los exes de estos dos cañones que se encuentran, se cruzàren perpendicularmente, serà dicha boveda *recta*, pero si se cortàren obliquamente, serà *obliqua*. Tambien si entrambos cañones tuvieren igual diametro, y se cortàren perpendicularmente, serà la boveda *quadrada*; y si obliquamente, serà *rhombo*. Si los diametros fueren desiguales, serà quadrilonga, cortandose rectamente sus exes; y *rhomboide*, si se cortaren obliquamente. À mas de esto, si dichos cañones fueren de medio punto, serà la boveda semicircular; si rebaxados, ù de punto subido, serà de estas especies.

Tambien se puede formar la buelta por arista sobre vn triangulo, pentagono, ò otro rectilineo, como se verà despues. El claro de los arcos, que forman los lados de estas bueltas, suelen frequentemente estàr cerrados con paredes, cuyos planos se llaman *formeros*. Esto supuesto:

Sea el quadrado ABCD la planta de la boveda por la parte interior, y lo contenido entre este quadrado, y el exterior NFHG serà la crasicie de las paredes. Tirense las diagonales, y descrivase sobre la NF del centro L el semicirculo NIF; y del mismo centro sobre la TV, que es igual à AB, hagase el semicirculo TZV: dividase este arco en sus piedras, y tirense de sus divisiones los perpendiculos ordinarios, prolongandoles hasta la diagonal NH: bastarà lleguen los de la vna parte hasta NK, y los otros

otros hasta la KF: de los puntos en que la NK es cortada por los perpendiculos, levantense otros, que sean iguales à sus correspondientes en el arco TIV: esto es, la K& igual à LI, la AN igual à TX, PQ igual à OZ, &c. y tirando las curvas por las extremidades, quedarà descripto otro arco sobre la diagonal NH, de igual altura con el primero. En la figura solo se ha delineado su mitad, por ser esso bastante para las operaciones. Sobre la diagonal FG imaginese otro arco semejante al sobredicho, y sobre cada vno de los lados, otro arco igual, y semejante al TIV; y considerandoles à todos levantados verticalmente sobre el plano del quadrado, se harà mayor concepto de la boveda, cuyos cortes se terminan en los seis arcos sobredichos, como lo indican las paralelas à los lados, que se vèn en la figura, las quales son los vestigios orizontales de las juntas de las piedras. Con esto se cortaràn las plantillas, como se sigue.

1. Las de las frentes de los arcos, que estàn à los lados, se hallan yà formadas en el TIV, las quales sirven para todos los quatro por ser iguales. Pero se ha de advirtir lo primero, que estos arcos tienen à vezes descubiertas entrambas frentes; à vezes solamente vna, y à vezes ninguna: Quando se quiere que las frentes interiores queden patentes, la dobela interior del arco diagonal ha de tener por diametro la NH; y para formarla nos valdrèmos de los perpendiculos del arco NIF; y para la delineacion de la dobela exterior, se descrivirà del centro L, sobre la NF prolongada otro semicirculo, y por sus perpendiculos se obrarà del modo ordinario. Advierto lo segundo, que por lo regular no pueden llegar las piedras desde el arco hecho sobre la AB al hecho sobre la AD, y en este caso muchas de ellas tendràn otra frente en la diagonal NH; las quales frentes se hallan en el arco A& de la misma diagonal, que aunque no se aya de vèr; pero se ha de labrar para que vna con la frente de la otra piedra su correspondiente.

2. Las plantillas para los lechos se haràn como se sigue: la del primer lecho, que es orizontal, es el quadrado mis-

mismo YT; y asi en las otras esquinas. Para trazar la del segundo lecho XZ, se tirarà aparte en el num. 2. la recta XZ, igual à la otra del num. 1. de quien se sacarà la perpendicular ZP, igual à la OP del num. 1. y assimismo se harà la perpendicular XA, igual à la TA del num. 1. Tirese la AP, la qual serà mayor que la AP del num. 1. por ser la linea inclinada de la junta: sobre la AP, num. 2. hagase el triangulo ASP, tomando el lado AS, igual à XZ; y el lado SP, igual à la SP del num. 1. que es el excesso del perpendiculo RP, al perpendiculo YA; y alargando la PS, num. 2. hasta R, de suerte, que PR sea igual à la PR del num. 1. y haziendo la AY su paralela igual à la otra AY del num. 1. se tirarà YR, y quedarà hecha la plantilla.

La del tercer lecho 2. 1. se cortarà de la misma suerte: tirese aparte, num. 3. la linea 2. 1. igual à la del num. 1. y sus perpendiculares sean 1. 4. igual à la 3. 4. del num. 1. y la 2. 6. à la 5. 6. y tirese la 6. 4. sobre la qual se harà el triangulo 6. 4. 9. cuyo lado 6. 9. sea igual à la 2. 1. y el lado 4. 9. igual à la 4. 9. del num. 1. excesso del perpendiculo 8. 4. al perpendiculo 7. 6. continùese la 4. 9. de suerte, que 4. 8. sea igual à la 4. 8. del num. 1. y la 6. 7. à la 6. 7. y quedarà hecha la plantilla, y asi de las demàs.

Las plantillas para las concavidades, se haràn tambien del mismo modo: Tirese aparte en el num. 4. la recta TZ, igual à la subtensa TZ; y las perpendiculares TA, igual à la TA del num. 1. y ZP, igual à la OP: Tirese la AP; y si se huviere obrado bien, serà igual à la subtensa AQ del num. 1. hagase sobre la AP el triangulo ASP, cuyo lado AS sea igual à la TZ; y el PS, igual à la PS del num. 1. y haziendo la PR, igual à la otra PR; y la AY, igual à la AY, y paralela à PR, se concluirà la plantilla, y asi en las otras respectivamente.

Adviertase, que en las plantillas de los lechos, como por exemplo, en la del num. 3. los planos que las componen, como 2. 4. y 7. 4. no hazen vn mismo plano, sì que forman angulo doblandose por la linea 6. 4. y lo mismo digo en las plantillas de las concavidades; y asi se podràn di-

dividir en dos planos, cortandolas por la comun seccion 6, 4. Si se deseare saber el angulo que forman los dos planos sobredichos, se continuarà la 4. 6. y se le tirarà vna perpendicular 14. 13. como se quisiere: Luego se harà aparte en el num. 5. el triangulo 2. 6. 7. tomando del num. 1. la 2. 7. igual à la diagonal 6. N. ò 7. 5. y formando sobre ella el triangulo sobredicho con los lados 7. 6. 2. 6. iguales à los del num. 3. En los lados 6. 2. y 6. 7. cortense las 6. 13. 6. 14. iguales tambien à las del num. 3. y tirando la recta 13. 14. se formarà sobre ella el otro triangulo 13. 15. 14. con los lados 13. 15. y 14. 15. iguales à las rectas sus correspondientes en el num. 3. y el angulo 13. 15. 14. serà el que forman los dos planos del lecho sobredicho.

De la misma manera se sacarà el angulo de inclinacion que forman los planos TP, YP, num. 4. que componen la plantilla de la concavidad, observando el mismo orden de las operaciones sobredichas, en las ZP, PR, ò en las TA, AY, y tomando para la formacion del triangulo la diagonal PN.

El modo de trabajar las piedras, es el siguiente: En la primera piedra se trabajarà primeramente el lecho que assienta sobre el quadrado YT, dandole su misma figura, segun su plantilla: Luego se sacaràn, y allanaràn à esquadra las dos superficies, que se levantan sobre los lados NT, NY; y hecho esto, se les aplicaràn las plantillas proprias de sus paramentos, que en este exemplo es para entrambos la NZ, y se irà dando aquella curvatura à las piedras, y con la esquadra se irà labrando la parte concaba de entrambas, en cuyo concurso se vendrà à formar el arco, ò arista AQ. Y cortando en materia firme la regla cercha, ò baivèl del num. 6. ajustado al angulo mixtilineo NAQ del num. 1. se perficionarà con ella la arista, y juntamente el angulo del lecho con su curvatura.

La segunda piedra se labrarà aplicando à su paramento la plantilla Z2. y siguiendo su curvatura se cortarà à esquadra la piedra, y con esto se le darà su superficie concaba, à quien se aplicarà la mitad de la plantilla del num.

4.

4. que aunque plana, sirve para determinar los lados, y el concurso de las dos concavidades, en quien se forma la arista; despues se tomarà de su planta con la saltarela el angulo que forman estas dos concavidades en la arista; y se executarà en la piedra; y trabajada llanamente en superficie plana esta otra superficie, se sacarà à esquadra con ella la del paramento correspondiente sobre la R8. y aplicando à esta la plantilla misma Z2. se trabajarà con ella el paramento, y la concavidad, como se hizo en la otra mitad de la piedra. No me detengo mas en esto por tenerlo bien sabido los Artifices.

Quando vna sola piedra no puede llegar desde los arcos, ò formeros de los lados hasta las aristas diagonales, como es frequente en estas bovedas, se compondràn de diferentes piedras; y en este caso se procurarà en quanto sea possible vayan todas sus tiranteces al centro K de la boveda.

COROLARIOS.

1. *De aqui se colige el modo de trazar esta boveda sobre vn quadrilongo; como si el lado NG fuere mas corto que NF; porque en este caso se descriviria por Tranquiles, ò plomos del perfil TIV, sobre el dicho lado vn arco de igual altura con LI, que seria levantado de punto; ò si se descriviesse el arco de medio punto sobre el lado mas corto NG, se descriviria sobre NF por Tranquiles vn arco de igual altura con la del de medio punto, y por consiguiente seria rebaxado. En lo demàs se guardarà el mismo orden de operaciones, atendiendo en ellas à las frentes de entrambos arcos, que en este caso son diferentes, por evitar prolixidad no lo explico con exemplo particular.*

2. *Tambien se colige el modo de trazar esta boveda por arista, ò planta quadrada, ò quadrilonga, de especie rebaxada, ò levantada de punto; pues solo es menester delinear sobre sus lados los arcos de dichas especies, si fuere quadrada, ò si quadrilonga sobre vno de sus lados, sacando los demàs, assi los de los lados, como los diagonales, por Tranquiles, ò plomos del perfil, y en lo demàs se seguiràn las mismas reglas, como queda dicho.*

3. Assimismo se infiere de lo dicho el modo de formar vna media boveda por Arista, compuesta de dos arcos, ò formeros, que concurren à formar vn arco tercero: como si sobre el triangulo NFH, num. 1. que es la mitad de la planta antecedente, se huviere de formar la boveda por Arista, de suerte, que los dos arcos de medio punto hechos sobre los lados NF, FH, vengan à concurrir en vn otro hecho sobre la diagonal NH; se harian las mismas operaciones, descriviendo por Tranquiles el arco N&T sobre la NH: Y en este caso la plantilla del primer lecho, que es el de la junta orizontal NT, serà el triangulo NTA; y el de la otra junta orizontal VF, serà el quadrado BF: El modo de cortar las plantillas, assi para los lechos, como para las concavidades es el mismo que arriba dixe: Tiene esta boveda vna sola Arista sobre la media diagonal KB.

PROP. II. Problema.

Trazar vna buelta por Arista sobre vn triangulo equilatero. figur. 60.

ASSI como la boveda descripta en la proposicion passada, nace del corte de dos cañones cilindricos, que se cruzan, ù del concurso de quatro arcos hechos sobre los quatro lados del quadrado; assi esta nace del concurso de tres arcos iguales, fabricados sobre los tres lados de vn triangulo equilatero. Sea, pues, el triangulo ABC, planta de la boveda por arista; pidese su formacion.

Operacion. Dividanse por medio los lados, y de cada division tirese vna linea recta al angulo opuesto, y todas se vendràn à cortar en el punto D, que es el centro, como consta del lib. 4. de Euclid. Descrivase sobre vno de sus lados vn arco con la dobela interior, y exterior, dividido en sus piedras como se acostumbra; y de sus divisiones tirense los perpendiculos à la linea AB, prolongandoles hasta las AD, DB; y de las intersecciones de estas tirense lineas perpendiculares à los otros lados AC, y BC; y passando las divisiones de la vna mitad de dichas lineas à la otra mitad, quedaràn divididas en la misma for-

forma que la AB, y hecha la Ichnographia, ò planta de toda la boveda. De aqui se formaràn las plantillas como se sigue.

1. Las de las frentes de los tres arcos son las que se vèn yà delineadas en el arco que se ha descripto sobre la AB.

2. Las de los lechos primeros, como el de la junta HB, es el trapezio BHIK; y esta sirve para todos los tres, por ser del todo iguales.

La del lecho MN, se harà tirando aparte en el num. 2. la PN, igual à la junta MN: y tirando la perpendicular NR igual à la EF, y la PQ igual à la OO, tirando la QR, serà el trapecio PR la plantilla del lecho NM, que llegarà hasta en correspondencia de la DB; y formando otro semejante QS, se tendrà la plantilla entera, que llegarà hasta la frente exterior del arco sobre BC. De la misma suerte se formaràn las de los otros lechos, tomando las perpendiculares que les corresponden.

3. La plantilla para la concavidad MH se trazarà, tirando aparte en el num. 3. la recta XY, igual à la subtensa MH: y la perpendicular Y2. igual à EF: y la XZ, igual à la HI: y el trapezio X2. serà la plantilla de la concavidad hasta la arista DB: y para que llegue hasta el arco del lado BC, se harà sobre la Z2. otro trapezio semejante al sobredicho. Y lo mismo en las demàs plantillas; pero la de la concavidad TV, es el rectilineo GL3D4. de la figura principal.

Si en medio se quisiere formar vna clave, se formarà el triangulo 3. 4. 5. y este serà la plantilla de la parte concaba; y sobre cada lado se harà vna plantilla igual à la del paramento RV, y segun ella se trabajaràn los paramentos de la clave; y para su convexidad exterior servirà de plantilla el triangulo 6. 8. 7. y en este caso la plantilla de la concavidad VT serà el rectangulo G3. En lo demàs que se puede ofrecer en esta boveda, se guardaràn las mismas reglas de la primera.

PROP.

PROP. III. Problema.

Trazar la buelta por arista sobre vn poligono regular. fig. 61.

SEa, por exemplo, el poligono, que ha de ser planta de vna boveda por arista, el pentagono regular: Esta se compone de cinco arcos iguales, que levantados sobre sus cinco lados, se continùan hasta encontrarse, y formar con sus cortes las cinco aristas, cuyas plantas orizontales son los radios AB, AC, &c. Formase esta boveda como la antecedente. Descrivase sobre vno de sus lados el arco BGC con sus dobelas, divisiones, y perpendiculos, continuados hasta los radios AB, AC: passense las divisiones de la AC à los otros radios; y tirando de ellas perpendiculares à los lados, quedarà concluida la Ichnographia de la boveda, y se trazaràn las plantillas como en la antecedente. Convendrà sea la clave de vna sola piedra, cuya superficie inferior serà el pentagono IO; y la superior el pentagono LM. De la misma suerte se obrarà en los demàs poligonos regulares.

PROP. IV. Problema.

Trazar vna boveda por arista obliqua. fig. 62.

PIdese, que sobre el plano orizontal ABCD, que es vn paralelogramo obliquangulo, como por exemplo, rhombo, se descriva vna boveda por arista.

Operacion. Sobre el lado AB descrivase el arco de medio punto con sus dobelas, divisiones, y perpendiculos acostumbrados: de los puntos en que estos dividen el lado AB, tirense paralelas à los lados AD, BC, que lleguen hasta las diagonales OA, OB; y de los puntos en que las cortàren, tirense tambien paralelas à los lados AB, DC: vltimamente se haràn por tranquiles los arcos sobre las diagonales, y sobre los otros lados, como se acostumbra; pero en este caso por ser los lados iguales bastarà hazer vn medio arco sobre la media diagonal

AO.

OA. De aqui se sacaràn las plantillas.

1. Las de los paramentos de los arcos de los lados, estàn yà trazadas en el arco ANB, que sirven para todos, por ser en este exemplo iguales.

2. Las plantillas de los lechos, se haràn assi. La del lecho primero, que es orizontal, serà el paralelogramo AR, que sirve para todos los quatro angulos en este caso. Para formar la plantilla del segundo lecho SF, y juntamente para hazer cabal concepto de esta operacion, y de las semejantes en las proposiciones passadas, se levantarà la AE perpendicular à AB, y la AK perpendicular à la OA; y continuando las juntas FS, IV, quedarà determinada la altura de dichas perpendiculares; las quales seràn, no solo iguales en la obra, pero vna misma linea, de suerte, que el punto K, serà el mismo punto E: porque si el quadrante del arco diagonal, juntamente con las AK, IK, se levanta perpendicularmente sobre el plano, y diagonal AO, la recta AK, serà perpendicular à dicho plano; y como tambien lo sea la AE, serà (13. 11. Eucl.) la AE, y AK vna misma linea; y el punto K serà el mismo punto E, como se infiere de la misma formacion de los arcos por tranquiles. Coligese de aqui, que en la obra se halla, ò imagina vn triangulo, cuya cuspide està en el punto E, ò K, que se ha de imaginar alli mismo; y sus lados son EF, KI, y su basa vna linea igual à la GH, que le corresponde en el ayre. Descrivase, pues, aparte en el num. 2. el triangulo EGH, con las lineas EG, igual à EF, EH, igual à KI, y GH, igual à la otra GH; y cortando la ES igual à la ES del num. 1. y la EV, igual à la KV, serà el trapecio SH, la mitad de la plantilla; la otra mitad se harà formandola semejantemente sobre la VH, y serà toda entera SL. El angulo que forman en la arista estos dos planos SH, VL, se hallarà como en la propos. 1. porque los puntos G, y L, distan entre sì, lo que es la diagonal GL, del num. 1. De esta misma suerte se haràn las plantillas para los otros lechos.

3. Las de las concavidades se haràn assi: Tirese en el num. 3. la ZF, igual à la del num. 1. y formando el angulo F,

igual al angulo AGH, num. 1. se harà la FH igual à la GH: tirese la ZR igual à su correspondiente en dicho num. 1. y paralela à la FH, y el trapecio ZH, serà la plantilla de la concavidad ZF, hasta la diagonal; y haziendo otro trapecio RI semejante, serà toda la plantilla el rectilineo ZI; y assi se haràn respectivamente las demàs. La concavidad de la clave tiene por plantilla el rectilineo T4O43. formado en el plano orizontal, num. 1. En todo lo demas se obrarà como en la propos. 1.

PROP. V. Problema.

Descrivir la boveda de Algive, ò Esquifada. fig. 63.

PAra inteligencia de lo que hemos de dezir, conviene que en primer lugar se haga concepto, y se forme idea de esta boveda. Imaginese, pues, que de sobre el lado AC del quadrado AD, se levanta vn cañon cylindrico de boveda, que dando su buelta, viene à assentar sobre el lado BD: y assimismo, que de sobre el lado CD se levante semejante buelta, que venga à assentar sobre el lado AB: estas dos bueltas cylindricas vendràn à cortarse sobre las diagonales AD, CB; cuyos cortes formaràn alli con angulos entrantes dos arcos diagonales, que ordinariamente seràn rebaxados. De aqui se coligen tres notables diferencias entre esta buelta, y la de arista: La primera, que en la de arista, los arcos que se forman en virtud de sus cortes sobre las diagonales, son salientes, y por esso se llaman aristas; pero en la de algive son entrantes: La segunda, que la buelta por arista tiene su movimiento de solos los angulos; pero la de algive mueve de plano de sobre sus lados: La tercera, que la de arista tiene arcos, ò formeros sobre sus lados; pero la de algive carece de ellos.

Pidese, pues, que sobre el quadrado AD se forme vna boveda de algive. *Operacion.* Tirense las diagonales, que se cruzaràn en el punto E: determinese tambien lo gruesso de las paredes con las paralelas NR, RQ: AB, BD, &c. Dividanse por medio los lados, y tirense las EO, EH, &c.

sobre

ſobre vna de ellas, como por exemplo, ſobre la EH, deſcrivaſe el quadrante de arco HOFI, que aunque alli no le aya de aver, pero ſervirà de fundamento para las delineaciones que ſe han de hazer: dividaſe en ſus piedras, y tirenſe los perpendiculos ordinarios; prolongandoles haſta la diagonal EQ. Sobre eſta, por tranquiles, o plomos del perfil FH, ſe formarà otro arco de igual altura, cuyo quadrante es QP: y ſegun eſte, ſi fuere meneſter, ſe formaràn los cerchones, ò cymbras para dirigir los arcos diagonales, que reſultan del encuentro de las bueltas: las paralelas ID, LM, y las demàs, ſeràn los veſtigios orizontales de las juntas, que baſta tener expreſſadas en el triangulo EHQ, por ſer iguales en todos los demas. Con eſto ſe pueden cortar facilmente las plantillas.

Para el primer lecho, que es orizontal; ſervirà de plantilla el gnomon TQI: las de los otros lechos, como por exemplo, de GK, ſe trazaràn de eſta menera. Tireſe aparte la linea XZ, igual à la GK: tireſe la perpendicular ZD, igual à la ID, y la XM igual à la LM, que ſon ſus correſpondientes; y el trapezio XD ſerà la plantilla del lecho haſta la diagonal, que es ſu mitad: la otra mitad es del todo igual à eſta; de la miſma manera ſe formarà la plantilla de la concavidad de eſta piedra, ſolo con hazer la XZ igual à la ſubtenſa GI del arco principal. De eſta miſma ſuerte ſe trazaràn las plantillas de los demàs lechos, y concavidades.

Adviertaſe lo primero, que aſsi las plantillas de los lechos, como de las concavidades, ſi ſe toman enteras, de ſuerte, que no eſtèn partidas en dos partes por la diagonal EQ, conſtaràn de dos planos que forman angulo, como las de la buelta por ariſta; ſolo que en la de ariſta el angulo es ſaliente, y en eſta es entrante; y ſi fuere meneſter, ſe hallarà con la miſma regla que ſe dijò en la Prop. 1. Adviertaſe lo ſegundo, que las piedras que eſtuvieren partidas, ò ſe terminàren en el arco diagonal de la boveda, tendràn por plantillas de ſus paramentos por aquella parte, las que ſe vèn delineadas en el arco diagonal DP. Las de los paramentos de las otras partes, ſeran

las del arco fundamental IO, por cortarse las piedras siempre con planos perpendiculares à los lados, la qual seccion forma en la piedra vna porcion del arco sobredicho IO.

COROLARIOS.

1. *De aqui se colige facilmente el modo de trazar este genero de boveda sobre qualquiera poligono regular; pues lo mismo es para el caso que sean los lados quatro, ò cinco, &c.*

2. *Tambien se infiere el modo de trazarla, sobre qualquiera planta, ò rectilineo de lados desiguales; pues no ay mas que añadir, que despues de hecho el arco fundamental sobre qualquiera de sus diametros, como en la que hemos trazado, sacar por tranquiles, ò plomos los de los otros lados desiguales, y diagonales; para que tengan todos igual altura.*

3. *Tambien se puede formar esta boveda, de punto subido, ò rebaxado, solo con hazer el arco fundamental de qualquiera de estos generos.*

PROP. VI. Problema.

Descrivir vna media naranja, ò boveda emispherica, cuya clave sea el vnico polo de sus piedras. fig. 64.

La boveda emispherica, que comunmente llamamos *media naranja*, es vn emispherio concavo, que resulta de la seccion, ò corte de vna esphera concaba, hecho con vn plano orizontal, que passe por su centro. Puedese fabricar de muchas maneras, por poder ser diferentes los cortes, y disposicion de sus piedras. La que aqui descrivimos tiene su polo en medio de la clave, y todas sus piedras vàn ordenadas en forma de circulos concentricos, y paralelos al orizonte, formando vnas como argollas, ò coronas, que necessariamente vàn haziendose menores, quanto mas se acercan à la clave, ò polo: Su delineacion es la siguiente.

Hagase el semicirculo BCM, que representa el medio plano orizontal sobre quien se erige la media naranja: dividase en sus dos quadrantes: y supuesto son estos iguales, bas-

bastarà delinear la Ichnographia de la boveda en vno de ellos. Imaginese, pues, el quadrante FCM orizontal: prolonguese el radio FC, y sea CE la crasicie de la boveda; y haziendo el quadrante ED, serà MDEC la Ichnographia de dicha crasicie. Sobre el radio FE descrivase vn quadrante de arco, que se dividirà en sus piedras, el qual se ha de imaginar levantado perpendicularmente sobre el plano orizontal: tirense sus pespendiculos, como se acostumbra, y de las divisiones que estos hizieren en el radio FE, tirense quadrantes de circulo desde el mismo centro F. Vltimamente, alarguense las subtensas de las divisiones del arco BC, hasta que corten al radio FB prolongado, y con esto se tendrà quanto se necessita para cortar las plantillas.

Pero antes de trazarlas es menester advertir: 1. Que las de los paramentos estàn yà delineadas en el arco CBE: y assi, la GHKI es la plantilla para los paramentos de todas las piedras de aquel circulo, ò anillo. 2. Las de los lechos se terminan por la parte concaba, y convexa con lineas curvas, ò porciones circulares descriptas del centro F, con los radios FC, y FE: los otros lados son lineas rectas, que se encaminan al centro F, como por sì es bien claro. 3. Las de las concavidades se terminan con lineas curvas, de las quales la superior, è inferior son paralelas al orizonte, y las laterales son vnos arcos iguales del quadrante BC, como es tambien por sì manifiesto. Vltimamente advierto, que los lechos de las piedras, exceptùando el primero, que assienta orizontalmente, no son superficies planas, si curvas, lo qual proviene de encaminarse todas ellas al centro F, con que vienen à formar vna superficie concaba de piramide conica: y las de los sobrelechos, convexa.

Esto supuesto, pidense por exemplo, las plantillas de vna piedra, que se halla en el anillo, ò corona que proviene de HGIK. Y supongamos sea alli su mayor crasicie LV, tirese la recta FVN. Es constante, que si sobre la FE se considera levantado perpendicularmente el arco BE, y sobre FN, otro igual, y semejante, que dicha piedra quedarà

darà terminada por ambos lados con vnos planos iguales al HGIK; y por consiguiente, seràn estos las plantillas para sus dos paramentos, como antes dixe: y en seguida de esto se trazaràn las de los lechos en esta forma: Descrivase aparte en el num. 2. con la distancia ZL igual à FE, vn arco de circulo: y del mismo centro Z, con la distancia ZX igual à FC, otro arco de circulo: y cortando la LV igual à la otra LV del num. 1. y la XO, à la otra XO, se tirarà la VO, que tambien irà al centro Z, como se puede demonstrar; y XOVL serà la plantilla para el lecho inferior correspondiente à la junta IK del num. 1. que es el mayor: para hazer la plantilla del menor, que es el correspondiente à la junta HG, se cortarà el arco LQ igual à PQ; y tirando la linea ZQ, el trapezio XNQL serà la plantilla: y assi se haràn las de los lechos de las demàs piedras.

La plantilla para la concavidad GI de la misma piedra, se harà en esta forma. En el num. 3. del centro Y, con la distancia YZ igual à I. 5. se harà vn arco: y otro del mismo centro con la distancia G5. cortese el arco Z2. igual al arco XO del num. 1. y el arco 3. 4. igual al arco ST, y el trapezio 4. 3. Z2. serà la plantilla de la concavidad GI; para la concavidad I. 6. se tomaràn las rectas 6. 7. y I7. y assi de las demàs.

Esta boveda, por componerse de piedras ordenadas en forma de anillos paralelos, consiste segura, y sin riesgo, aunque le falte la clave: tiene gran robustez, y no causa empujo; y por consiguiente no necessita de estrivos, por mantenerse con sus mismas tiranteзes.

PROP. VII. Problema.

Descrivir vna boveda espheroyde sobre planta circular.

ASSI como la boveda delineada en la Proposicion antecedente, es la mitad de vna esphera; assi esta de que hablamos es la mitad de vna espheroyde. *Esperoyde*, como dixe en el lib. 11. de la Geom. Pract. Prop. 26. *es vn solido que resulta de la revolucion de vna elipse hecha al rede-*

dor

dor de ſu exe ; y porque la elypſe tiene dos exes , vno mayor , y otro menor , ay tambien dos eſpecies de eſpheroyde, vna *longa*, y otra *lata*. *La eſpheroyde longa , es la que nace de la circunvolucion de vna elypſe al rededor de ſu exe mayor*: deſuerte, que el exe mayor es vertical , y el menor orizontal. *La eſpheroyde lata , es la que ſe engendra de la circunvolucion de la elypſe al rededor de ſu exe menor* : con que tiene ſu exe menor vertical , y el mayor orizontal.

De aqui ſe ſigue , que la boveda eſpheroyde puede tambien ſer en dos maneras , es à ſaber , *longa* , y *lata*. *La longa, es la mitad de la eſpheroyde longa* ; y la otra, *es la mitad de la lata*. Entrambas tienen por baſa vn circulo , y en quanto à eſto convienen con la eſpherica ; pero ſe diferencian de ella , en que la eſpherica tiene ſu altura igual al ſemidiametro de ſu baſa , pero no la eſpheroyde : porque ſi es longa ſu altura , es mayor que dicho ſemidiametro , y menor, ſi es lata. Diferenciaſe tambien de la eſpherica , en que en eſta las ſecciones hechas con planos, que paſſen por ſu exe vertical , ſon ſemicirculos , y en la eſpheroyde ſon ſemielypſes.

De aqui ſe colige el modo de ſu formacion , que es el miſmo que el de la emiſpherica , exceptuando ſolamente, que el arco vertical , que ſe forma para tomarle como fundamental , ha de ſer elyptico ; es à ſaber, rebaxado , ſi es la eſpheroyde lata , ù de punto levantado , ſi es longa ; el qual ſe deſcrivirà en la forma explicada , lib. 2. prop. 3. y 4. En lo demàs ſe obſervan las miſmas reglas, y aſsi no me detengo mas en ello.

PROP. VIII. Problema.

Deſcrivir vna media naranja , regida por dos polos pueſtos en el plano orizontal de ſu baſa. fig. 65.

LA boveda emiſpherica , que ſe deſcriviò en la propoſ.6. ſe regia por vn polo ſolamente , pueſto en ſu clave : eſta ſe ha de regir por dos polos pueſtos en el circulo orizontal , que le ſirve de baſa. Formaràſe ſu idea conſiderando el circulo ABCM , como vn plano orizon-

tal, sobre quien se ha de levantar la media naranja; y que los puntos A, y C han de servir de polos, de quienes se descrivan vnos arcos por las divisiones del circulo ABCM, que estèn levantados perpendicularmente sobre el plano de dicho circulo: à la manera que en la esphera terrestre se descriven de sus polos los circulos paralelos à la equinocial: su formacion es la siguiente.

Hecho el circulo ABCM, y determinada la crasicie de la boveda con el otro circulo exterior, se tiraràn los diametros AC, BM, en angulos rectos: dividase el circulo BAMC en partes iguales, de suerte, que las de cada semicirculo sean nones, para que en los polos A, y C no aya juntas: tirense las cuerdas XZ, KN, &c. y las lineas XR, KL, &c. seràn las juntas de las piedras, y por consiguiente los lechos de ellas seràn verticales. Ultimamente tirense las subtensas RQ, LR, &c. continuandolas hasta que corten al diametro CA prolongado, y con esto se cortaràn las plantillas, como se sigue.

1. Las de las concavidades se formaràn de esta suerte: Del punto O, con las distancias OQ, OR, haganse vnos arcos de circulo, de suerte, que el RS sea igual al quadrante R4. hecho con el radio 5R: y Q6. al quadrante Q5. y tirando la recta S6. el trapecio SRQ6. serà la plantilla para la concavidad de todas las que entraren en aquel arco, ò anillo comprehendido entre las dos cuerdas QY, RT: assimismo del punto D, con las distancias DR, DL, se descriviràn los arcos iguales à los quadrantes hechos de las cuerdas sus correspondientes, y se formarà el trapecio E, que serà la plantilla para las concavidades de las piedras del arco comprehendido entre las cuerdas RT, LV, y assi de las demàs; las quales se dividiràn en tantas partes, como huviere piedras en aquel quadrante. La del polo A serà el curvilineo, que alli se vè descripto con la distancia AQ, y las de la vna mitad de la boveda sirven para la otra, y todas se han de cortar en materia flexible, para que se puedan ajustar à lo concabo de las piedras.

2. Las de los lechos, que como dixe, son planos per-

pen-

pendiculares al orizonte, se haràn facilmente, si sobre cada vna de las cuerdas paralelas, como por exemplo, la FP, con las distancias 2. 3. y 2F, se descrive vn quadrante de arco, como FH, el qual se dividirà en tantas piedras, quantas huvieren de entrar en dicho arco, encaminando sus juntas al centro 2. de donde se hizo su descripcion; y estas seràn las plantillas para los lechos del arco sobre FP; y assi de los demàs.

3. Las plantillas para las otras superficies, que son como paramentos, se hallan en la corona AB, de suerte, que BK, serà la plantilla para todos los paramentos de la zona KBMN; y assi las otras, para las zonas sus correspondientes.

Las piedras se labraràn facilmente trabajando primero la superficie concaba con vn cerchon ajustado à la concavidad del circulo ABC, cabando la piedra hasta que por todas partes se le ajuste dicho cerchon: luego se le ajustarà à esta misma superficie la plantilla de su concavidad, como por exemplo, la plantilla E; y dandole à dicha superficie concaba la figura E, se tomarà vna regla cercha ajustada al angulo mixtilineo ALK, y con esta se allanarà la otra superficie plana, à quien se ajustarà despues la plantilla de su proprio lecho, y se concluirà esta superficie; y assimismo los paramentos, con que quedarà perfecta la piedra: advirtiendo, que todas las de vna zona juntas, han de formar perfectamente vn semicirculo, cuyo diametro es la cuerda su correspondiente.

COROLARIO.

ASSI como la boveda sobredicha và regida de dos puntos, ò polos, assi se pueden formar otras semejantes, regidas de tres, quatro, ò mas puntos; pero por ser esto poco estilado, y inferirse bastantemente su delineacion, de la que se acaba de dezir, no añado su especial explicacion: puedela vèr el curioso en el P. Dechales lib. 4. prop. 13. El modo de formar las pechinas sobre què assientan las medias naranjas, se explicarà mas adelante.

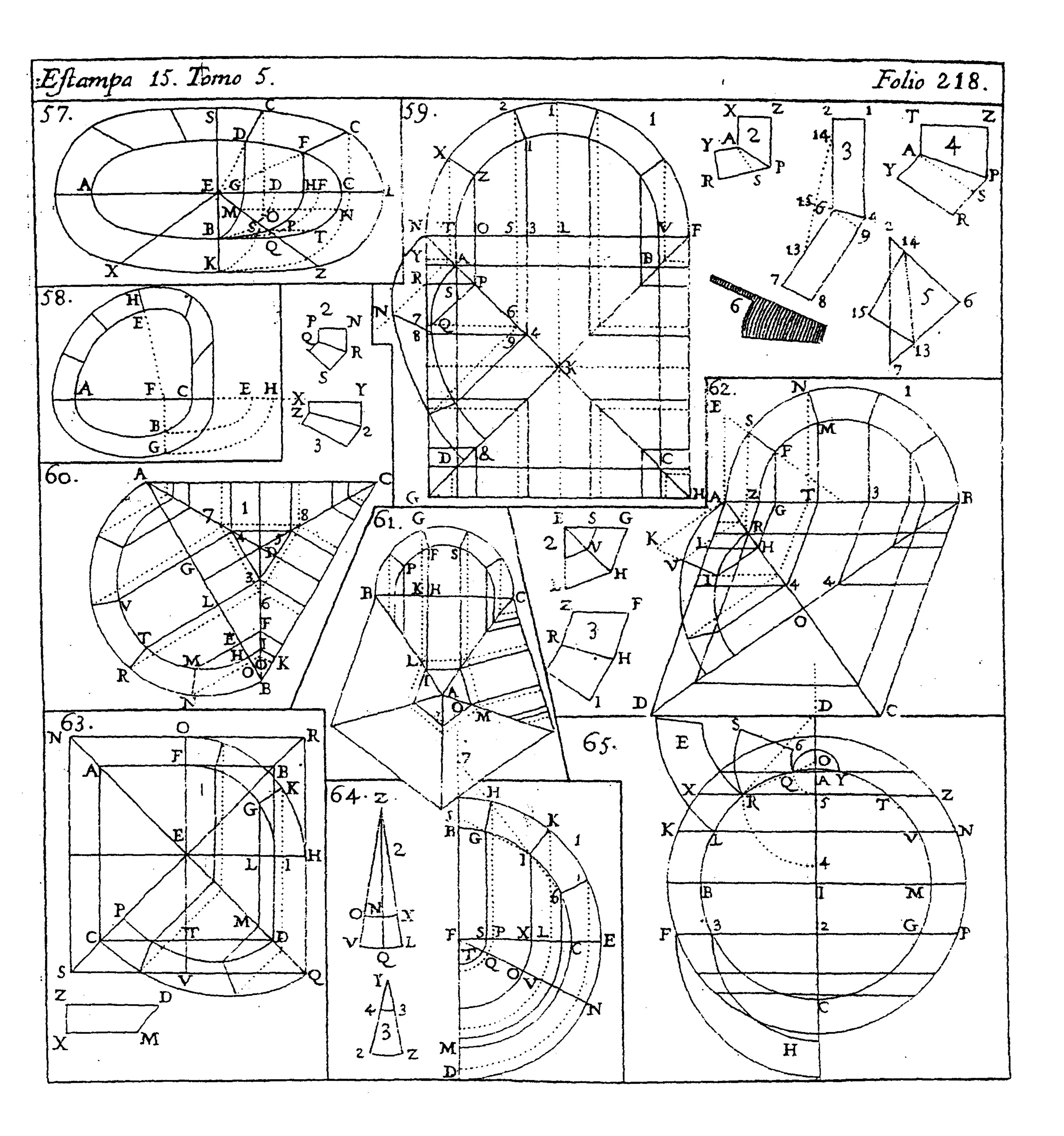
PROP.

PROP. IX. Problema.

Descrivir vna buelta por igual, ò vàida sobre planta quadrada, governada por quatro polos. fig. 66.

ESTE genero de boveda, es vn emisferio, pero cortado con quatro planos verticales, cada dos de ellos paralelos entre sì. Para formar su idea imaginese vn circulo orizontal, y sobre èl vna media naranja, ò emisferio: inscrivase, ò imaginese inscripto, en dicho circulo orizontal vn quadrado, y que de sus quatro lados suban perpendicularmente quatro planos, los quales cortaràn el emisferio, y estos cortes seràn quatro semicirculos menores; como consta de los Esfericos de Theodosio lib. 1. propos. 2. y la superficie esferica que quedare, hechos estos cortes, serà la buelta vaida, ò por igual, que en este caso tendrà por planta vn quadrado; y se edificarà sobredichos quatro semicirculos, ò formeros. Suele executarse esta boveda en Capillas, y es fuerte, y hermosa: su formacion puede regirse, ò por quatro polos puestos en sus quatro angulos, ò por vno solo colocado en la clave. Explico el primero en esta proposicion, y es como se sigue.

Sea el plano orizontal, sobre quien se ha de fabricar esta boveda, el quadrado ABCD. Tirense sus diagonales, y circunscrivasele el circulo, que tambien es orizontal, y porque la boveda, como he dicho, es emisferica, su montea serà el semicirculo ABC, ù otro su igual imaginado perpendicularmente levantado sobre el diametro AC. Descrivase sobre vno de sus lados AB, el semicirculo AEB, que serà vno de sus quatro formeros; los demàs no es menester se describan. Dividase su quadrante EB en partes iguales, que sean pares, y tirense los perpendiculos à su semidiametro KB; y de estas divisiones tirense perpendiculares à la BD, continuandolas hasta el arco BC: dividase el arco residuo GC en partes iguales arbitrarias, dexando vna pequeña para la clave. Las subtensas de los arcos en que està dividido el quadrante CB, continuense hasta que



Estampa 15. Tomo 5.
Folio 218.
57.
58.
59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.

que corten el diametro DB prolongado. De esta descripcion se sacaràn las siguientes.

Los quatro polos de que se rige esta boveda, son los puntos A. B. C. D. con que si del punto B, por exemplo, se consideran descriptos vnos semicirculos paralelos, sobre los radios 1M, 2N, y los demàs, serà forçoso que los que ay desde B hasta los puntos K, y L queden cortados de los formeros verticales, que suben de sobre las lineas BA, BC: y los demàs que ay de los puntos K, y L hasta el diametro AC, lo estèn de los circulos semejantemente descriptos de los polos A, y C, por encontrarse sobre dichos formeros, los descriptos del polo A con los descriptos del polo C; y assi en los demàs.

Esto supuesto, las plantillas de las concavidades se formaràn de esta manera: Tirese aparte en el num. 2. la recta OS igual à la del num. 1. que se partirà por medio con vna perpendicular arbitraria MB: Tomese con el compàs la subtensa MB del num. 1. y ajustando el vn pie del compàs en O, y el otro donde alcançàre à la MB, hecho centro en B, descrivase el arco OS, vltimamente por los puntos BO, BS descrivanse los arcos con el radio igual à KB, con lo qual serà el arco BO igual al arco BP del num. 1. y quedarà hecha la plantilla para la concavidad de la primera piedra angular, y esta servirà para todas las quatro angulares. La razon es clara, porque si se considera que sobre el diametro BD inmoble, rueda la subtensa BM, el punto M descrivirà vn circulo sobre el radio 1M, cortado por los formeros, que estàn sobre BA, y BC; y como lo que estos cortan arriba sea igual à lo que cortan baxo en la planta por ser perpendiculares, serà la OS de la plantilla igual à la OS de la planta en el num. 1. y como la concavidad de la piedra sea cortada por el arco BE, y el otro su igual, que se considera sobre BC, estaràn sin duda bien hechos los arcos OB, SB, que cierran la plantilla, descriviendoles con el mismo radio KB.

La plantilla para la concavidad de la piedra siguiente se descrivirà assi: Tirese la arbitraria NB, num. 2. tomese la distancia HM del num. 1. y con ella se descrivirà como an-

clave. Del punto I, como centro haganse dos arcos, vno con la distancia IP, y otro con la IQ; y cerrando con vna recta quedarà hecha la plantilla para las concavidades de las piedras, que forman el primer circulo, ò zona al rededor de la clave; pero los arcos sobredichos se han de hazer iguales à los quadrantes de las cuerdas sus correspondientes, como dixe en la Propos. 8. Con las distancias EQ, y ED, haganse otros dos circulos, que formaràn la porcion curva DM, y esta serà la plantilla para las concavidades de la siguiente zona; y assi de las demàs hasta el punto D, que son todas las que estàn fuera de los formeros, sin encontrar con ellos. Para trazar las que caen entre los formeros sobredichos, y son cortadas por ellos, se procederà en esta forma.

Supongamos se ha de trazar la correspondiente à HSOVKT: descrivanse aparte num. 2. de vn mismo centro con las distancias FD, FL del num. 1, las dos porciones de circulo KH, VS; y tirando la linea TO, parte de su radio, se cortaràn TK, TH iguales à sus correspondientes en el num. 1. y assimismo, OV, OS iguales à los arcos OV, OS del mismo num. 1. y cerrando con los arcos HS, KV, descriptos con el radio KB del num. 1. quedarà hecha la plantilla. De la misma suerte se harà la vltima, que es la correspondiente à SBV del num. 1. descriviendo el arco VS con la distancia FL del mismo num. 1. y haziendo la OZ igual à la TO. Estas plantillas se haràn en materia flexible para que se puedan adaptar à las concavidades de las piedras; y con ellas solas se trabajaràn las piedras del mismo modo que se dixo en la Prop. antecedente; y si se quisieren cortar las demàs plantillas, se obrarà como en la Prop. 8.

PROP. XI. Problema.

Descrivir vna boveda sobre planta oval, ò elyptica, fig. 68.

PIdese, que sobre la planta oval AEBD se fabrique vna boveda. Su descripcion serà facil, aunque mas tra-

trabajosa, aviendo entendido la que se diò en la proposicion 6. de la media naranja; porque como solo se diferencie de ella en la planta, las operaciones seguiràn la misma methodo. Tirense, pues, sus diametros AB, DE, que se corten perpendicularmente en C, centro de la boveda; y determinando su craficie DF, se descrivirà el otro ovalo, paralelo al primero: Hecho esto, se descrivirà del mismo centro C, y sobre el diametro DE, el arco DIE, que servirà de fundamental, y se dividirà en sus piedras, cuidando sean tantas, quantas ay en la media planta DAE; y de ellas se tiraràn los perpendiculos acostumbrados al diametro DE.

Si pareciere dàr mayor elevacion à la boveda, que es lo mas estilado, se haria el arco fundamental sobredicho de punto levantado, dandole la misma altura que ha de tener la boveda. Este arco se imaginarà verticalmente levantado sobre la DE; y de los puntos X, F, O, &c. en que los perpendiculos cortan el diametro, se descriviràn elypses paralelas à las primeras, lo que bastarà se haga en vn solo quadrante por no multiplicar lineas; y estos ovalos seràn los vestigios orizontales de las juntas de las piedras: con esto se trazaràn las plantillas del modo siguiente.

Supongamos, por exemplo, se han de trazar las plantillas para las piedras comprehendidas entre el plano vertical del quadrante DI; y el plano vertical, que se imagina sobre la SC: Es constante, que los cortes verticales que hazen en las piedras estos dos planos, son los paramentos; y por consiguiente, las plantillas de los correspondientes sobre la DC, son los mismos del quadrante DI; y los mismos serian los correspondientes sobre la SC, si fuera la boveda circular; pero por ser elyptica, la SC, es mayor que DC, y el plano correspondiente sobre ella es elyptico; y assi serà menester formar aparte, num. 2. sobre la SC, igual à la SC del num. 1. por tranquiles, ò plomos del Arco principal DI, vn quadrante de Arco, que serà rebaxado, ò elyptico SCI; y los cortes que se ven en su frente, son los paramentos de la superficie de las piedras, correspondiente sobre la SC; y en esta misma for-

forma se haràn los demàs, describiendo otros quadrantes elypticos sobre la CT, &c. hasta llegar à la CB, à quien corresponden los mismos paramentos que estàn delineados en el quadrante elyptico DB.

Las plantillas de los lechos se trazaràn en esta forma: El primer lecho DF, que asienta à nivèl, tiene por plantilla el quadrilatero DFVS, num. 1. pero para formar el segundo, correspondiente à la junta 2. 3. se tirarà en el num. 3. la recta CD, igual à la CD del num. 1. luego se formarà el triangulo CDZ, con las rectas CZ, igual à la CS del num. 1. y con la DZ, igual à la DS, tambien del num. 1. y se le darà à la DZ la misma curvatura, que tiene la DS, y cortando la CF, igual à la otra CF, se tirarà la curva F3. paralela à DZ, y el quadrilatero DZ3F, serà la plantilla para el lecho de la junta 2. 3. Para el lecho que corresponde à la junta KL, se cortarà en el num. 3. la D5. igual à su correspondiente en el num. 1. y tirando la 5C, el quadrilatero D6. serà la plantilla; y si se huviere obrado bien, la F6. serà igual à la M6. del num. 1. y assi de las demàs comprehendidas en el sector DCS.

Para trazar las plantillas de las piedras comprehendidas en el otro sector SCT, se obrarà del mismo modo. Las de los paramentos correspondientes à SC, se tienen yà en el quadrante del num. 2. para los que corresponden sobre la CT, se formarà sobre dicha linea en el num. 4. del mismo modo que antes, el quadrante TIC, y alli se hallaràn sus plantillas. Para las de los lechos se describirà el triangulo del num. 5. con las lineas CS, CT, ST, iguales à sus correspondientes en el num. 1. y siguiendo el mismo orden que antes, serà la plantilla del lecho correspondiente à la junta 2. 3. el quadrilatero SN; el SM, es la de KL; y SO, la de la junta siguiente; la plantilla del lecho primero que asienta à nivèl, es el trapecio VT del num. 1. y assi se procederà en las demàs.

Solo faltan las plantillas para las concavidades, que se trazaràn en esta forma. 1. Las que han de servir para las piedras contenidas en el sector DCS, se trazaràn assi:

Por

Por exemplo, para la primera piedra se tirarà aparte, num. 6. la recta F3. igual à la cuerda F3. del num. 1. Saquese del punto F la porcion oval FV, igual à la FV del num. 1. formando en F el mismo angulo: saquese su paralela 3. 8. igual à la O8. y el quadrilatero F8. serà la plantilla: y si se huviere obrado bien, la recta V8. serà igual à la subtensa V3. del num. 2. y assi se haràn las demàs pertenecientes à este sector.

Las del sector SCT, se haràn del mismo modo; pero tomando las subtensas del num. 2. y 4. y las secciones elypticas del num. 1. comprehendidas entre los radios CS, CT: como para la concavidad de la primera piedra, se tirarà en el num. 7. la recta V3. igual à la subtensa V3. del num. 2. y tomando del num. 1. la porcion elyptica V9. con el mismo angulo V, y la paralela 3. 8. igual à la 8. 8. del num. 1. se tirarà la 9. 8. que serà igual à la 4. 3. del num. 4. y el trapezio V8. serà la plantilla; y assi de las demàs. Esto es algo trabajoso; pero se podràn escusar estas plantillas de las concavidades, por quanto con solas las antecedentes, y con las cerchas, y baiveles competentes se pueden labrar las piedras.

Las reglas cerchas, ò baiveles avràn de ser diferentes, porque para los angulos de los lechos, con las concavidades, serà menester vno ajustado al angulo DF3. num. 1. para sobre la DC: otro ajustado al angulo SV3. del num. 2. para sobre la SC del num. 1. &c. Para los angulos de los paramentos con las concavidades, serà menester vno con el angulo DFV, num. 1. para sobre la DC: otro igual al angulo SVF, para el extremo de la primera piedra, que viene sobre la SC; y para el de la segunda piedra sobre la misma SC, otro baivel SV9. &c.

Advierto, que las juntas de vnas piedras no han de corresponder à las juntas de las otras, si que las juntas de vnas han de venir al plano de las otras, lo que haze mejor vista; y da mayor trabazòn à las piedras, y firmeza à las obras: lo que se debe tener advertido en todas las bueltas de silleria.

PROP. XII. Problema.

Descripcion, y Fabrica de las Bovedas con cruzeros de piedra. fig. 69.

RReconociendo los Arquitectos, que las bovedas hechas enteramente de sillares, tienen peso excessivo; y si se fabrican de solo ladrillo, no tienen tanta seguridad, y firmeza, discurrieron fabricar en ellas vnos arcos de piedra, que sirvan como de nervios mas solidos, en que se afiance la seguridad de la boveda, formando sobre ellos todo lo restante de ladrillo, ù otra materia mas ligera. Supongamos, pues, que sobre la planta quadrada ABCD se quiere fabricar vna boveda por igual, ò vaida con los arcos traviesos, ò cruzeros sobredichos.

Operacion. Tirense las diagonales AC, BD, y los FH, IS, perpendiculares a la mitad de los lados. Cortese la EG, que sea tres quintas de toda la EH, con poca diferencia. Tirense tambien las rectas BG, CG, y hagase lo mismo en todas las quatro partes, como se vè en la figura: sobre todas estas lineas se han de imaginar sus arcos, de quienes ellas vienen à ser plantas, ò vestigios orizontales: De suerte, que sobre las AC, BD, corren los arcos *diagonales*, ò *cruzeros*: sobre los lados DC, CB, y los demàs, se forman los arcos *laterales*, ò *formeros*: sobre TG, XZ, otros llamados *ligaduras*; y sobre las GB, CG, y las demàs, otros llamados *terciarios*. Todos estos son de piedra, y sirven para mantener todo lo restante de la boveda, que se haze de ladrillo, ù otra materia menos fuerte: su delineacion es la siguiente.

Por ser esta boveda porcion de vn emisphério, seràn todos los arcos sobredichos semicirculares, ù de medio punto: los diagonales, y los que corresponden sobre TG, y ZX, seràn partes de circulo maximo de la boveda; y los demàs seran porciones de circulos menores. Esto supuesto, prolonguese el lado CD, y tomese en èl la CK, igual à la media diagonal EC, y con esta distancia descrivase el semicirculo CLP, y este serà el arco de las diagonales.

Para

Para hallar la porcion de arco que le toca à la EG, se tirarà la tangente LV igual à EG; y tirando la VM paralela à LK, el arco LM serà el que pertenece à la linea EG. Descrivase aora del centro I, con la distancia IC, el arco CN, y este serà el arco, ò formero para los lados. Ultimamente prolonguese la CG, hasta que encuentre con el circulo orizontal AOB, que es la basa circular de la boveda: hagase la C& igual à la CO; y la CR igual à CG; levantese del punto R la perpendicular RQ larga à discrecion, à quien del punto M se tirarà otra perpendicular MQ: hagase vn arco, que passe por los tres puntos C, Q, &, y el arco CQ serà el proprio de la CG; y este mismo servirà para la GB, y las demàs sus iguales. Y la razon es, porque el arco LM es el que corresponde sobre la EG, el qual desciende de la clave L, que corresponde à E, hasta el punto M, que corresponde à G: luego siendo la CO, ò su igual C& el diametro del circulo, que corresponde à la CG, serà la RQ la distancia, ò altura comun de los arcos de EG, y CG, correspondiente al punto G: Luego el arco CQ es el que corresponde à la CG.

Las tirantezes de estos arcos vàn en cada vno à su proprio centro: las porciones de boveda con que se vàn llenando los vacios, tienen sus tirantezes al centro E de la boveda, y las ordenes de ladrillos se vàn haziendo paralelas à la porcion de arco mas cercana, sea la que fuere. Adviertase vltimamente, que esta boveda tiene fuerte rempujo en sus angulos; y assi, serà menester armarla, y fortalezerla alli con buenos estrivos.

PROP. XIII. Problema.

Formar vna boveda con arcos cruzeros sobre qualquiera poligono, del quadrado arriba, que se mantenga con su proprio peso, sin mas estrivos. fig. 70.

AUnque aora yà no se estilan semejantes fabricas, por pertenecer mas propriamente al orden Gothico, que à los otros cinco que estan en vso; pero por ser

tan ingeniosas, y hallarse executadas en algunos edificios antiguos, como actualmente se vè en la Metropolitana Iglesia de Valencia, juzgo por conveniente explicar el artificio con que se fabrican. Servirà, pues, de exemplo la que se halla en el Cymborio del sobredicho Templo sobre planta ochavada, y se sustenta sobre quatro arcos de punto levantado, ò apuntados: sobre los ocho lados de la planta suben à plomo ocho paredes de competente altura, y forman vn paralelepipedo ochavado, que coronado con vn cornijon de los que se vsaban en aquel tiempo, constituye el primer cuerpo de la fabrica con ocho ventanas, vna en cada lado. Sobre este primer cuerpo se levanta la boveda, que fomando el segundo, cierra juntamente el edificio. Su disposicion es la siguiente.

Sea el octogono ABEN, &c. la planta de la boveda: tirense las diagonales, que se cortaràn en el centro C, y estas seràn los vestigios orizontales de los arcos diagonales, y juntamente sus diametros: descrivase sobre vna de ellas, como por exemplo sobre la BF, el arco apuntado BGF, cuyos centros son B, y F, à quienes se dirigiràn sus tirantezes: sobre el lado BA formese el quadrado BI, cuya altura AI es la del segundo cuerpo: sobre el cornijon, y sobre la HI, como diametro, descrivese el arco apuntado HLI, cuyas tirantezes vayan à los centros H, I: y esto mismo se ha de suponer tambien sobre los demàs lados, los quales arcos sirven de formeros para la boveda, y en ellos, y en dicho segundo cuerpo ay otro ventanage semejante al del primer cuerpo. Sobre los arcos diagonales se edificà la boveda, siguiendo la misma montea del arco, ò formero HLI, la qual es de ladrillo de rosca, y llena los vacios ECA, ACB, &c. de los arcos diagonales, que por ser apuntada, forma en medio vn angulo entrante en correspondencia de la linea QC: esto mismo se haze en todos los ochavos, y queda concluida la obra con mucha hermosura, y suficiente firmeza, sin casi necessitar de mas estrivo, como demuestro en la forma siguiente.

Demonstr. Primeramente, la boveda que està sobre

los

los cruzeros AC, y BC, y llena el vacio, cuya planta es el triangulo ACB, tiene bastantes estrivos con las bovedas colaterales correspondientes à los triangulos ACE, y al de la otra parte: porque siendo de punto tan levantado, es poco su empujo, contra el qual tienen bastantissima resistencia las sobredichas bovedas colaterales, singularmente quando la planta es de seis, ò ocho, o mas lados. Solo puede aver dificultad, en que, al parecer, los arcos diagonales, que son los que como nervios sustentan las bovedas sobredichas, necessitaràn de grandes estrivos; siendo assi, que tienen muy pocos en la sobredicha fabrica: Pero digo, que por el mismo caso que estos arcos sustentan las bovedas, no necessitan si de muy pocos estrivos; y en esto està lo mas primoroso del arte con que se mantienen semejantes obras: el qual consiste en aquel maravilloso enlaze, con que los cruzeros, ò arcos diagonales sustentan las bovedas hechas en sus vacios, y estas mantienen los sobredichos arcos, y juntamente à sì mismas con sus reciprocos, y encontrados empujos.

Para inteligencia de esto es menester suponer, que el arco apuntado BGF necessita, para su firmeza, de ser cargado en la clave, y juntamente en los tercios OP: de suerte, que si estuviesse solamente cargado en OP, y no en la clave, corria gran riesgo de que la porcion de arco cerca la clave rebentasse, saltando àzia arriba; porque el peso que en PO impele las piedras àzia baxo, viene como à querer reducir el arco FG à linea recta, y por consiguiente harà surtir la clave azia arriba, si no tiene sobre sì suficiente peso. Tambien si huviesse gran peso sobre la clave, y poco, ò ninguno en los tercios O, P, el peso de la clave impeleria las piedras de OP, y si alli faltassen competentes estrivos, se arruinaria el arco; pero aviendo competente, y proporcionado peso en la clave, y en OP, no son casi menester otros estrivos, para que dicho arco se mantenga, por servirle de ellos el peso que carga en los dichos tercios O, P. Cargando, pues, las bovedas de ladrillo de rosca sobre los arcos cruzeros, es forzoso se mantengan estos firmes, y ser grande el peso sobre sus

tercios, donde es mayor la boveda; pues tanto es esta menor, quanto mas se acerca à la clave, donde se termina; y tanto mayor, quanto mas se aparta de ella àzia los formeros. Con esto, y el suficiente peso que se le ha dado à la clave, se sustenta dicha fabrica sin mas estrivos, no sin grande admiracion de los que atentamente la consideran. Qual aya de ser la proporcion del peso de los tercios con el de la clave, pende de la experiencia, y del juizio del sabio, y prudente Maestro.

PROP. XIV. Problema.

Trazar vna media naranja, cuyas piedras la vayan cerrando à manera de rosca. fig. 71.

EN la media naranja que se descriviò en la Prop. 6. se disponian las piedras circularmente, de suerte, que formando circulos paralelos, viniessen à cerrar en la clave; pero en la que aora descrivimos vàn subiendo las piedras enroscadas, de manera, que dando diferentes bueltas à modo de rosca, vienen à cerrar la media naranja en la clave, que es de figura circular. Esta boveda tanto como tiene de ingeniosa, tiene de trabajosa, porque cada vna de sus piedras necessita de diferentes plantillas: y aunque vàn regularmente cortos los Autores en su explicacion, procurarè declararla con la claridad possible.

Sea el circulo ABCD la planta orizontal de la media naranja: tirense los diametros AC, DB, que se corten perpendicularmente en el centro P, desde el qual se hara vn circulo pequeño OI, que serà la planta de la clave. Hecho esto, se descrivirà la rosca dentro del circulo ABCD, que fenecerà en el circulo pequeño OI: haràse su descripcion, ò por la Prop. 19. del lib. 1. de la Geometr. Pract. ò por qualquiera de los modos dados en la Prop. 16. del lib. 1. de la Arquitectura Civil: Dividase en sus piedras, cuyas juntas, y tirantezes vayan todas al centro P de la boveda; y las de la vna buelta vengan sobre el lado de las piedras de la otra, como se vè en la figura, la qual

qual repreſenta la ichnographia orizontal de la media naranja. Todo eſto es facil, la dificultad eſtà en trazar las plantillas para las piedras; y ſupueſto que con las miſmas reglas con que ſe trazan las de vna, ſe trazan todas, baſtarà explicarlas en vna de ellas.

Sirva, pues, de exemplo la piedra G, cuyas plantillas ſe han de cortar: Y primeramente, para formar la de la concavidad, ſe deſcriviràn del centro P, por las eſquinas de la piedra G, los arcos MQ, Le: Va, TX, haſta el radio AP: luego ſe tiraràn las XH, a2. perpendiculares al dicho radio; y aſsimiſmo las eR, Q3. Tireſe aparte en el num. 2. vna recta larga à diſcrecion; y con la diſtancia VQ, igual à PQ del num. 1. hagaſe el arco MN, igual al arco M4. del num. 1. y que quede dividido por medio con la recta VP: tomeſe la QP, num. 2. igual à la diſtancia H3. del num. 1. y ſe ſeñalarà el punto P: tomeſe en el num. 1. la PX, y paſſeſe al num. 2. deſde P, haſta T; y haziendo centro en T, deſcrivaſe con la miſma diſtancia TP el arco KZ, el qual ſe harà igual al arco T5. del num. 1. quedando tambien dividido por medio en P: corteſe la PX, num. 2. igual à H2. del num. 1. y la QY, igual à R3. tomeſe del num. 1. la diſtancia Pe, y con ella, por el punto Y, deſcrivaſe el arco OL, igual à 6L del num. 1. y con la diſtancia Pa, deſcrivaſe en el num. 2. por el punto X el arco HS, haziendole igual al arco 7V del num. 1. quedando eſtos, como los demàs, divididos por medio en Y, y X. Dividaſe la linea QY por medio, y por eſte punto, y los O, N, deſcrivaſe el arco ON: aſsimiſmo dividaſe XP por medio, y por eſte punto, y los K, S, deſcrivaſe el arco KS, y el quadrilatero ONKS ſerà la plantilla que ſe pretende: la razon es, porque el MNKZ, ſeria la plantilla para la concavidad, ſi la piedra fueſſe en el num. 1. 5TM4. y la OLHS, lo ſeria de la piedra 7VL6. Luego el ſobredicho quadrilatero NK es la plantilla de lo concabo de la piedra G, cuya planta es 5VM6. en el num. 1. De aqui ſe colige, que la primera piedra, cuya planta es AZY, num. 1. tiene triangular la plantilla de ſu concavidad; y à la linea, ò lado ZY, le

corresponde la longitud igual à la AV del num. 1. segun la practica antecedente; y assi de las demàs.

Las plantillas de los paramentos, y de los lechos, se haràn facilmente; porque hecha la plantilla de la concavidad, por exemplo, de la piedra G, como se vè en el num. 2. se formaràn sobre los lados NS, y OK, las de los paramentos, y sobre ON, y KS, las de los lechos. Las de los paramentos se haràn en esta forma: Tomese del num. 1. el radio PA, y descrivase en el num. 3. vn arco à discrecion, y otro del mismo centro con la distancia PS. Tomese con el compàs el lado NS del num. 2. y ajustese al arco inferior del num. 3. y tirando del centro de estos arcos las lineas por N, y S, quedarà hecha la plantilla para el paramento, correspondiente al lado NS del num. 2. de la misma suerte se cortarà la del otro paramento de esta piedra, y todas las demàs. Assimismo se cortaràn las de los lechos, sin mas diferencia, que en lugar de adaptar la NS del num. 2. al arco del num. 3. se adaptarà la SK del num. 2. para el lecho inferior, que es el mayor; y la ON, para el superior. En lo demàs se procedera como en las medias naranjas ordinarias.

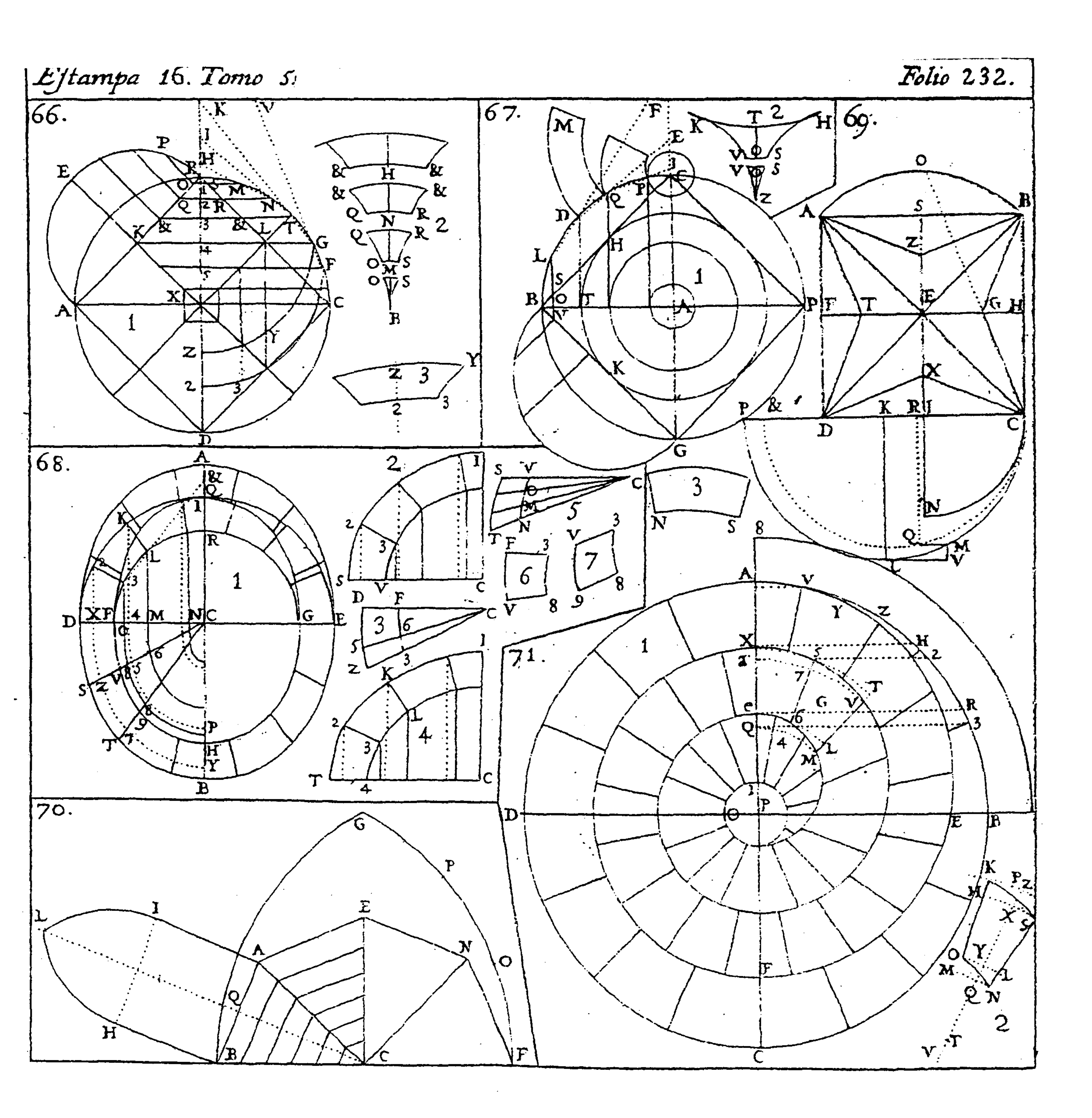
PROP. XV. Problema.

Trazar la boveda, que llaman en rincon de claustro fig. 72.

Llamase esta boveda, *Claustral*, ò *Buelta en rincon de Claustro*, por estilarse solamente en los Claustros, ò Corredores, que constan de cañones cilindricos seguidos, los quales al encontrarse en los angulos se cortan mutuamente, formando alli con este corte vna boveda mixta de arista, y esquife, cuya idea, y formacion es la siguiente.

Sean los dos cañones cilindricos de boveda en vn Claustro MB, y SD, los quales vienen à encontrarse, y cortarse en la diagonal AB del rincon. Digo, que este corte es parte esquifado, y parte por arista: porque assentando el vn cañon de boveda sobre la EB, y el otro

so-


66.
67.
68.
69.
70.
71.

ſobre la DB, es forçoſo, que ſobre la XB, mitad de la diagonal, formen ſus encuentros vn angulo entrante àzia arriba, como en las bueltas de aigive, ò eſquifadas. (5.) Y por eſtàr ſobre las AE, y AD los vacios, ò claros de las bovedas, es forçoſo que en la otra mitad AX de la diagonal, ſe forme vn angulo ſaliente àzia baxo, como en las bueltas por ariſta: (1.) luego en el rincon AB, y ſobre el quadrado AD, BE, ſe forma vn corte de boveda mixto de eſquifado, y por ariſta.

Eſto ſupueſto, ſu formacion ſe harà facilmente ſiguiendo las reglas dadas en las propoſiciones 1. y 5. citadas, donde expliquè el modo de formar las dos eſpecies de bovedas referidas: formando la cimbra, ò cerchon AF por tranquiles del modo ordinario, y cortando las plantillas para la ariſta, ſegun ſe dixo en la prop. 1. y para la parte eſquifada, ſegun la propoſ. 5. Lo mas frequente en los Clauſtros, es hazer abſolutamente ſus bueltas por ariſta, formando tambien formeros ſobre las EB, y DB. Pero ſi ſe quiſiere hazer la ſobredicha buelta, aunque ſea ſobre qualquiera eſpecie de polygono, baſtarà vſar de las reglas dadas en el lugar citado.

PROP. XVI. Problema.

Explicaſe la formacion de las lunetas en vn cañon ſeguido de boveda. fig. 73.

ES frequente en los lados de las bovedas ſeguidas, que cubren las naves de las Igleſias, y en otras ſemejantes, abrir ventanas, que dèn entrada à la luz, para lo qual es neceſſario cortar en aquellos lugares la boveda, hazer formeros, y de eſtos à la boveda principal, fabricar otra; y el corte que de entrambas ſe forma, es lo que llaman *luneta*; con que eſta conſiſte ſolamente en el encuentro de la vna buelta con la otra. Y aviendoſe explicado en varias partes de eſte Tratado el modo de trazar eſtos cortes, y encuentros, ſe podrà facilmente colegir el modo de trazar las lunetas, ſingularmente ſiendo tan parecidas à la *buelta por ariſta*, que ſe explicò en la

prop.

prop. 1. de este Libro ; pero para mayor facilidad, añado la explicacion siguiente.

Para formar su planta, hagase el quadrado AD, cuyo lado sea igual al semidiametro del cañon de la boveda, en quien se ha de abrir la luneta: con el lado DB, como radio, descrivase el quadrante BX, que serà la mitad de lo concabo de dicha boveda, que supongo sea de medio punto: Dividase el lado AB por medio en R, y del centro R, hagase el semicirculo ATB, que serà el formero de la luneta, donde se suele abrir la ventana: tirense en el quadrado las diagonales AD, BC, y el triangulo AEB, serà la ichnoraphia de la luneta: tirese la EF paralela à AB, que cortarà al semicirculo mayor en F, y la porcion BF, es lo que ocupa en el cañon de boveda la luneta en derechura de su mitad, que es justamente el tercio de la boveda; porque siendo RE, ò BH, mitad de su semidiametro, es por consiguiente el seno del arco FX de 30. grados: luego FB es de 60. grados, y por consiguiente el tercio de 180. que es el semicirculo.

Dividase el semicirculo ATB en partes iguales, y senares, como se acostumbra, y tirense los perpendiculos, continuandolas hasta las AE, BE: y de las divisiones de la EB, se tiraran paralelas à la EF, que cortaràn la porcion de circulo BF en los puntos M, N, &c. Tomese aora con el compàs la HF, y passese desde R, hasta I, y este punto I, serà el que corresponderà perpendicularmente en el ayre sobre el punto E, despues de hecha la luneta. Continuense la AB, hasta G, de suerte, que BG sea igual à RT: vayanse passando à la BG los perpendiculos del formero ATB: tirese la GF, y las demàs rectas, desde las divisiones de la BG à sus correspondientes en el arco BF, y estas seràn los lados inclinados correspondientes à las paralelas de la planta AEB: esto es, la GF es el lado inclinado que corresponde à la RE; el siguiente corresponde al 5. 5. y assi los demàs: Luego se formara la cymbra, ò cerchon AV por tranquiles, ò planos del perfil BHF, haziendo la EV igual à HF; y levantando de los puntos 5. 4. &c. los perpendiculos iguales à los corres-

pon-

pondientes en el perfil BHF, con que quedarà formado el cerchon rebaxado AV; y si se imagina otro semejante sobre la BE, y que ambos se levanten perpendicularmente sobre las AE, BE, sus periferias formaràn el corte de la luneta en la boveda. Con lo qual se cortaran las plantillas para las piedras, que forman là luneta del modo siguiente.

Para las concavidades tirese en el num. 2. la HA, igual à la curva del quadrante AT, con sus mismas divisiones: y sobre la AB, que es igual à la curva AQ del num. 1. con la AC, igual à la curva AO del num. 1. y la BC igual al lado inclinado KM; hagase el triangulo ABC, y serà la plantilla de la primera concavidad correspondiente à AQ. Para la concavidad de la piedra siguiente, sobre la DB, y BC del num. 2. se formarà el quadrilatero DECB: tomando la CE igual a la OP del num. 1. y la DE igual al lado inclinado LN, y quedarà hecha la plantilla, y assi se continuarà en las demàs concavidades.

Adviertase, que para firmeza de la obra es menester que algunas piedras formen la arista de la luneta; de modo, que parte de ellas pertenezca à la luneta, y parte à la boveda: y assi es menester, que por la parte perteneciente à la luneta tengan la concavidad propria de esta, y por la otra parte tengan la de la boveda, cuya plantilla se formarà por las reglas dadas en las Proposiciones 14. y 40. del lib. 2. donde se tratò de este genero de bovedas, y arcos.

Para formar las plantillas de los lechos, se descrivirà sobre el formero ATB su circunferencia exterior, y assimismo sobre BF la de la boveda: y por tranquiles se harà tambien la periferia exterior sobre la forma AV de la arista; lo que por ser bien sabido, y no aumentar lineas, se supone hecho en la figura. Omito aqui la formacion de las demàs plantillas, por colegirse bastantemente de la Proposicion citada.

Adviertase, que las tirantezes de los lechos han de ir àzia el exe de la luneta, que es inclinado, y paralelo al lado inclinado FG del num. 1. y se perficionaràn ellos, y

las

las concavidades con vna regla cercha, que lleve el angulo mixtilineo ZQA; pero aplicandola siempre, de suerte, que guarde el paralelismo con el plano del formero ATB, à quien se haràn paralelos los paramentos de las piedras, menos los que terminaren en la arista. y por consiguiente, el angulò que hazen con las concavidades, es igual al complemento de los angulos HFG, &c. al semicirculo. Si se quisiere que la luneta tuviesse tambien curvatura à lo pechina, se les darà dicha curvatura à los lados inclinados GF, y los demàs à arbitrio prudente del Artifice; y segun ellos, se fabricaràn los cerchones para darles aquella forma à las piedras: y esto haze sin duda mas garvosas las lunetas.

PROP. XVII. Problema.

Explicase la formacion de las lunetas en vna media naranja. fig. 74.

SUelense muchas vezes fabricar las medias naranjas sin linterna, cargandolas inmediatamente sobre sus quatro arcos, ò formeros: y en este caso las ventanas que avia de tener la linterna, se pueden abrir en la media naranja, cortando alli proporcionadas lunetas, que à mas de la conveniencia de la luz, le acarrearàn no poca belleza, y hermosura. El modo de trazar estas lunetas es el siguiente.

Sea el circulo ADBE la planta de la media naranja, que se dividirà en ocho partes iguales, y se tiraràn los diametros AB, ED, &c. y para que la luneta llegue hasta el tercio de la boveda, se le darà à su planta la mitad del semidiametro: Dividase, pues, el arco AD por medio en F, y tirese el radio FC, que se partirà por medio en G: Dividase el arco FA en tres partes iguales, y se notarà vna de A hasta H, y otra de D à I: tirense las rectas GH, GI, y el triangulo HGI serà la planta de la luneta. Del punto K, como centro, descrivase el formero HLI, que se dividirà del modo acostumbrado en sus piedras, ò dobelas, y se tiraràn los perpendiculos à su diametro HI,

como

como otras vezes, continuandoles hasta los lados GH, GI de dicho triangulo; y las lineas NT, OM, KG, &c. seràn las Ichnographias de los lados, ò juntas.

Continùese aora la HG hasta P, y dividiendo la cuerda HP por medio en Q, serà HQ el semidiametro del circulo, cuya porcion forma la arista en la media naranja: Descrivase, pues, del centro Q el arco HX à discrecion; y levantese la perpendicular GX, y el arco HX serà la arista; y GX el perpendiculo, ò elevacion del punto X sobre el punto G puesto en el plano orizontal: tirense tambien las MY, y TZ paralelas à GX, y seràn los perpendiculos correspondientes en la arista à los puntos M, T de la planta. Con esto se podràn trazar las plantillas, sacando primero los lados inclinados como se sigue.

Tirese aparte en el num. 2. la recta GK, igual à la GK del num. 1. Levantese la perpendicular GX igual à la GX del num. 1. y la KL igual à la KL; y la linea XL serà el lado inclinado, cuya planta orizontal es GK. Cortese en el num. 2. la KM igual à la OM: levantese la perpendicular MY igual à la otra MY; y la KR igual à la OR; y la YR serà el lado inclinado correspondiente à MO del num. 1. assimismo tomese la KT igual à la NT: levantese la perpendicular TZ igual à la otra TZ; y cortando la KS igual à la NS, la ZS serà el otro lado inclinado.

De aqui se sacaràn las plantillas para las concavidades, y para los lechos de la misma suerte que en la Propos. 15. del lib. 2. vsando con el mismo orden de las dobelas, ò divisiones del formero HLI, y de las de la arista HX; y de los lados inclinados hallados en la fig. del num. 2. las quales operaciones no repito por ser totalmente las mismas.

*** *** *** ***

LI-

LIBRO V.

DE LAS BUELTAS PARA Escaleras, y otros Arcos, y Bovedas irregulares.

PROP. I. Problema.

Descrivir vn Arco, ò Boveda, que corra en forma de anillo, ò corona. fig. 75.

ESte genero de bueltas sirve para cubrir corredores circulares, que forman vna como corona, ò anillo. De lo que se ha dicho en los libros antecedentes no serà dificil su descripcion. Sea, pues, el semicirculo XAM la mitad de vn patio, ò descubierto circular; por cuyo rededor se ha de formar vn corredor cubierto con boveda de medio punto, que por consiguiente formarà vna corona, ò anillo: y sea la planta de su quadrante MACN: Dividase la circunferencia CN en las partes iguales, ò piedras que se quisiere; y tirense à las divisiones los radios IC, IO, IP, &c. Sobre vno de ellos descrivase el arco AGCBHD, dividido en sus dobelas, y con los perpendiculos ordinarios; y de los puntos en que estos cortan al diametro AC, descrivanse del centro I los quadrantes, que se vèn en la figura; y el arco BHD serà la montea, ò perfil de la boveda, que se imaginarà vertical; y los quadrantes contenidos en ACNM seràn los vestigios de las juntas de sus piedras. Con esto se cortaràn las plantillas como se sigue.

Primeramente las de los paramentos, ò frentes se hallan descriptas en el arco BHD.

2. Las plantillas para los lechos primeros seràn, para el

el de DC, el quadrilatero DO; y para el de AB, serà el quadrilatero AK. Para trazar la del lecho correspondiente à FE, se tirarà aparte en el num. 2. vna linea à discrecion; y cortando alli la I3. igual à la I3. del num. 1. se harà con esse intervalo el arco PQ, igual al arco 3R del num. 1. de suerte, que quede dividido por medio en el punto 3. Luego se cortarà alli la 3. 2. igual à la FE, num. 1. y se tomarà de dicho num. 1. la I2. y puesto el compàs en el punto 2. del num. 2. se señalarà el punto S, y de S, como centro, se descrivirà el arco NM, igual al 2V del num. 1. de suerte, que quede dividido por medio en el punto 2. y cerrando con las PN, QM, serà el trapecio PM la plantilla que se desea; y de esta misma suerte se trazaràn las demàs.

3. Las de las concavidades se haràn de la misma suerte: sirva de exemplo la que ha de servir para la concavidad FD. Tirese en el num. 3. la I3. igual à la I3. del num. 1. y con esta distencia hagase el arco FR, igual al arco 3R del num. 1. tomese en derechura de la I3. la 3D, igual à la curva FD del num. 1. y tomando la distancia ID del num. 1. se notarà con ella en el num. 3. la distancia DS, y con esta, hecho centro en S, se tirarà el arco PQ, igual al DQ del num. 1. cuidando queden entrambos arcos divididos por medio en los puntos 3. y D; y tirando las FP, RQ, el trapecio FQ serà la plantilla.

ADVERTENCIAS.

1. *SI solo se edificasse la mitad del arco HGCD por todo el corredor, ò corona, se mantendria sin riesgo, por sustentarse las piedras vnas à otras con sus tirantezes; porque siendo mas anchas por la parte que mira àzia C, que por la otra, es forçoso se sustenten vnas à otras, estando perficionada toda la corona: lo que no podrà ser si se fabrica mas de la mitad DZ, porque la piedra Z caerà sin duda por la razon opuesta.*

2. *Cuidese, como en otras bovedas, que las juntas de vnas piedras no vengan sobre las juntas de otras, sì encontradas: esto es, las juntas de vnas sobre el lado de las otras; lo que es ne-*

necessario para la firmeza, y trabazòn de la obra: lo qual se harà descriviendo sobre AC, ò otro diametro, vn otro arco como el AGD con las juntas, ò dobelas encontradas à las de AGD, valiendose despues alternativamente del vno para vn orden de piedras, y del otro para las de otro orden.

3. *De la misma manera se fabricarà este genero de bovedas annulares, aunque sean rebaxadas, ù de punto subido, formando solamente el perfil, ò arco fundamental sobre la AC de qualquiera de las sobredichas especies.*

PROP. II. Problema.

Descrivir vn arco, ò boveda en forma de corona elyptica. fig. 76.

SUpongase vna corona elyptica, cuyas dos elypses sean concentricas, y disten igualmente entre sì, que formen vn corredor, que se aya de cubrir con vna boveda de medio punto. Sean, pues, los quadrantes elypticos ABCD, que forman el quadrante de la planta de la boveda: Del centro E, que es comun à entrambas elypses, descrivase el quadrante de circulo AF, que se dividirà en partes iguales, segun el numero de las piedras que han de caber en la periferia orizontal del anillo, ò corredor: Del centro E por estas divisiones tirense radios, que traviessen toda la planta, y seràn, segun lo supuesto, los segmentos comprehendidos entre las elypses AB, DC, todos iguales: Sobre vno de ellos, como por exemplo, sobre AD descrivase el arco doble AHD dividido en sus dobelas, de quienes caigan los perpendiculos acostumbrados sobre su diametro AD; y por las divisiones de AD descrivanse quadrantes elypticos paralelos, que dividiràn los radios, conforme lo està la AD: con esto se haràn las plantillas como se sigue.

1. Las de los lechos primeros, que asientan à nivèl son DT, y AX: Las otras se formaràn assi: supongamos se quiere trazar la del lecho correspondiente à la junta GH, cuya Ichnographia son las lineas curvas KL, MN; y para mas facilidad dividanse por medio en O, y P con la EP, y ti-

tirense las cuerdas KO, OL: MP, PN: hecho esto, tirese aparte en el num. 2. la OP, igual à la GH del num. 1. tirense las perpendiculares OK, OL: PM, PN, iguales à las del num. 1. y cerrando con las KM, LN, serà el quadrilatero KN la plantilla del sobredicho lecho; y aunque es verdad que las KL, MN ayan de ser curvas, segun su elypse; pero se desprecia esse pequeño error, como insensible en las piedras, singularmente quando la boveda es crecida. De esta misma suerte se trazaràn las demàs, que seràn todas diferentes por la varia curvatura que tiene la elypse en diferentes partes del quadrante.

Las de las concavidades se trazaràn con el mismo artificio: sirva de exemplo la concavidad GV, cuyos lados tienen por ignographia las lineas KL, ST: tirese aparte en el num. 3. la OR, igual à la GV del num. 1. tirense las perpendiculares OK, OL: RS, RT, iguales à las del num. 1. y cerrando con las KS, LT, serà el trapecio LS la plantilla que se pide: En esta boveda se observaràn las mismas advertencias dadas en la proposicion antecedente.

PROP. III. Problema.

Fabricar vn medio arco, ò boveda sobre planta quadrada, que insista firme sobre vn pie solamente. fig. 77.

Dixe en las proposiciones antecedentes, que la boveda anular, que se edifica sobre vn claustro redondo, ò elyptico, se mantendrà sin riesgo con vn solo pie, mientras que su buelta no exceda la mitad de su arcuacion. Esto mismo sucederà sin duda, edificando este modo de boveda sobre vn corredor, ò claustro quadrado; y podrà servir para rodear con vn portico qualquier patio, ò plaza quadrada, que se mantendrà aun con mayor seguridad, que sobre piedras largas, que de las paredes salgan abanzadas àzia fuera.

Sea, pues, KL la mitad del quadrado que se ha de circuir con dicho genero de boveda, dexando descubierto el quadrado HI: Tirense las diagonales GL, GY, y del

centro C, con la diſtancia GI, deſcrivaſe vn ſemicirculo: dividaſe el arco II en qualeſquiera partes iguales, ſegun huviere de ſer la magnitud de las piedras; y por las diviſiones tirenſe del centro G las rectas AB, CD, &c. Traſladeſe aparte en el num. 2. la linea AB, y deſcrivaſe ſobre ella el quadrante doble VB, que ſe dividirà en ſus piedras, y ſe tiraràn ſus perpendiculos al radio AB del modo ordinario: las diviſiones de eſte radio AB, trasladenſe à la AB del num. 1. y por cada diviſion tirenſe paralelas a la LY.

Trasladeſe tambien aparte en el num. 3. la recta CD del num. 1. con ſus diviſiones, de las quales ſe levantaràn perpendiculares, iguales à los perpendiculos del num. 2. y guiando lineas por ſus extremidades, ſe avrà deſcripto vn quadrante rebaxado, ò elyptico. Eſto miſmo ſe harà ſobre la EF, y ſobre la IL, y ſobre todas las rectas que ſe huvieren tirado del centro G. Y ſe trazaràn las plantillas del modo ſiguiente.

1. En el arco del num. 2. ſe hallan formadas las plantillas de los paramentos, que ſe terminan, ò correſponden ſobre la linea AB del num. 1. En el arco hecho en el num. 3. ſe hallan las de los paramentos correſpondientes ſobre la CD; y aſsi de las demàs.

2. Las plantillas para los lechos ſe haràn en eſta forma: Pideſe, por exemplo, la del lecho NO, num. 2. tireſe en el num. 4. la NO, igual à la NO del num. 2. levantenſe las perpendiculares NN, OO, iguales à ſus correſpondientes en el num. 1. y con ſus miſmas diviſiones; y tirando las lineas obliquas de vna à otra diviſion, ſe tendràn en el trapecio NO, todas las plantillas de los lechos correſpondientes à la NO del num. 2. De la miſma ſuerte ſe hallaràn las de la junta PR, tirando aparte la PR, y levantando las perpendiculares iguales à las PP, RR del num. 1. y para la junta QS, num. 2. ſerviràn las perpendiculares QQ, SS del num. 1. y aſsi de las demàs.

3. Las plantillas para las concavidades, como por exemplo, para la VN del num. 2. ſe tirarà en el num. 5. la

VN

VN igual à la ſubtenſa VN: levantenſe las perpendiculares VI, NN, iguales à las AI, NN del num. 1. con ſus diviſiones, y ſe tendràn dichas plantillas: para la concavidad NQ ſe tirarà aparte la ſubtenſa NQ, y ſe levantaràn las perpendiculares iguales à las NN, PP; que ſon ſus correſpondientes en el num. 1. y aſsi de las demàs.

Eſte genero de boveda formarà en los rincones del quadrado angulos entrantes, como la bueltà eſquifadà, por mover ſin formero alguno.

PROP. IV. Problema.

Explicanſe las reglas que ſe deben obſervar en la fabrica de las eſcaleras.

SOn las eſcaleras partes muy principales de vn edificio, y por conſiguiente debe poner el Arquitecto eſpecial cuidado en ſu diſpoſicion; porque ſiendo lo primero, que dentro de la fabrica ſe ofrece à los ojos, ſeria gran deſcredito de la obra, encontraſſen ellos tan preſto coſa que reprehender. Tratan de ellas algunos Autores, ſingularmente Andrès Palladio en el lib. 1. cap. 28. Unas tienen planta rectilinea, y ſe llaman *Rectilineas*, cuyos buelos vàn ſiguiendo los lados del rectilineo, formando ſus deſcanſos en los angulos; otras ſon circulares, que vulgarmente llamamos *Caracoles*, y ſuben ſeguidamente en forma de eſpira: vnas, y otras tienen bien en que entender; eſpecialmente fabricandoſe, de ſuerte, que por vna parte queden abiertas, y como ſuſpenſas en el ayre.

Las leyes que deben obſervar para que ſean deſcanſadas, y garboſas, ſon las ſiguientes. 1. Que los eſcalones ni tengan notablemente mas altura que de medio pie, ni menos que vn tercio de pie. 2. De ancho han de tener caſi el paſo natural, y aſsi no han de tener menos de pie y medio, ni tampoco conviene paſſen notablemente de dicha medida. 3. Los grados ſean nones, no pares, para que ſi al ſubir ſe pone el pie derecho en el primer eſcalon, que es lo mas natural, con eſſe miſmo ſe entre en el

quarto de arriba. 4. El numero de las gradas en cada ramo, ò buelo sean 7. ò 9. porque con esto, ni se tarda mucho, ni se acelera sobrado el llegar al plano, que sirve de descanso. 5. El estilo ordinario es mover las escaleras àzia la izquierda del que sube, dirigiendo àzia aquel lado sus buelos: y lo contrario suele tenerse por defecto.

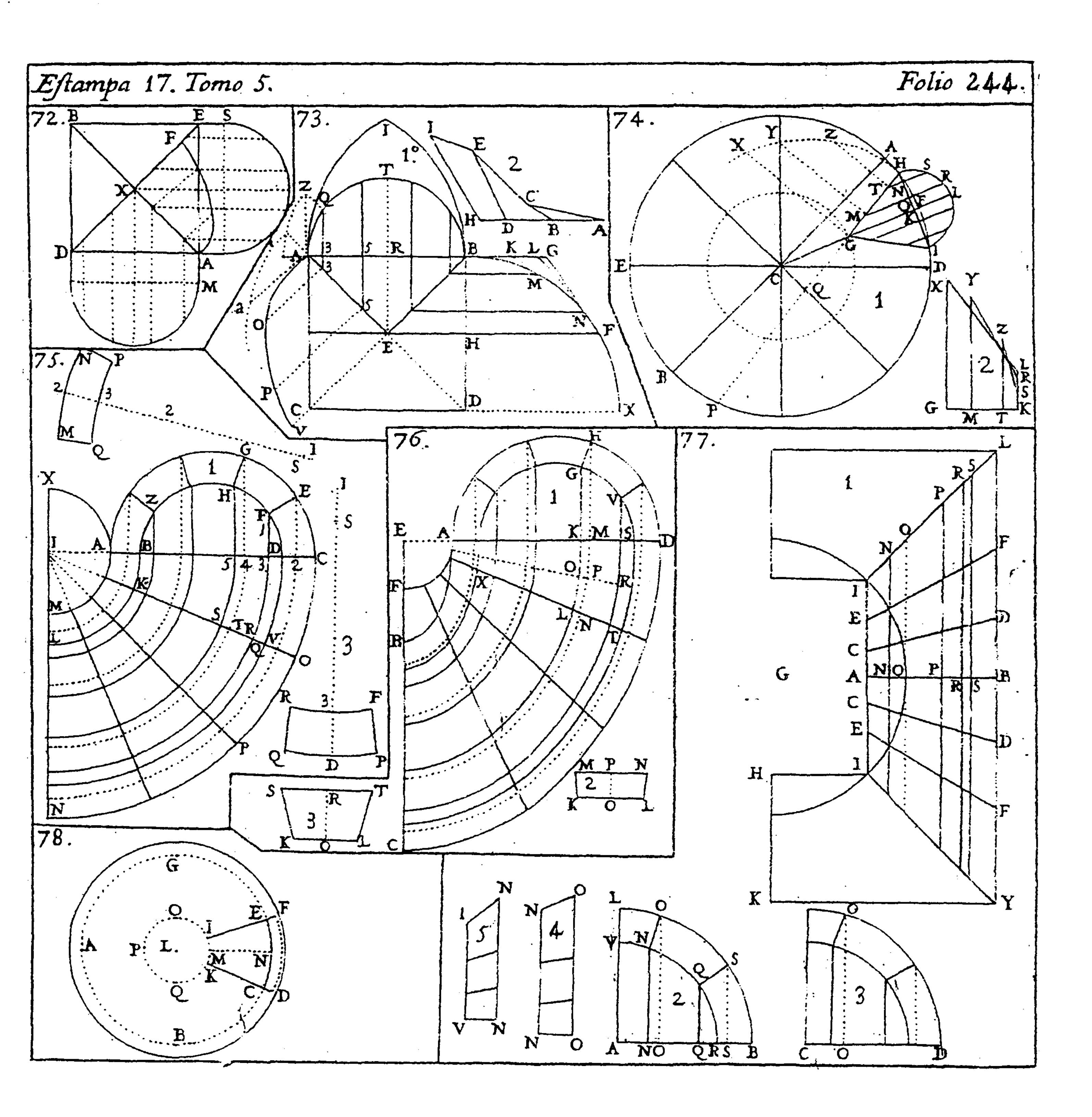
Estas leyes se observaràn quando fuere possible, porque muchas vezes se verà obligado el Arquitecto à desviarse algo de ellas, singularmente para ajustar los buelos de la escalera à las entradas de las estancias, y quartos; pero debe procurar plantear, y disponer la fabrica de tal suerte, que la escalera principal no se fabrique en lugar condenado, y darle la capacidad competente, para que subiendo con suavidad, vengan sus ramos ajustados à las entradas de las piezas. El modo de fabricar, y trazar los principales generos de escaleras, se explica en las Proposiciones siguientes.

PROP. V. Problema.

Trazar, y fabricar vn caracol sin boveda. fig. 78.

AUnque estas escaleras circulares no sean hermosas; pero su fabrica lleva mucho ingenio, y artificio. Este modo primero de fabricarlas no es el mas ingenioso, por carecer de la boveda espiral, de que trataremos luego. Sea, pues, el circulo ABGA el concavo del caracol, y el otro circulo exterior su convèxo: tenga la circunferencia interior, ò concaba 44. pies, y por consiguiente el diametro AN tendrà 14. pies: labrese, pues, la piedra IFDK, que tenga de I à E cinco pies, de E à F vn pie: y de E à N, ù de N à C otro pie; y de gruesso medio pie; y que los lados FI, DK vayan al centro L: desde el qual se descrivirà en ella el arco EC, señalando juntamente la linea MN. Labrense en esta forma 44. piedras, y estas seràn las bastantes para que el caracol dè vna buelta; cuidando de señalar en todas el arco EC, y la linea MN, porque son necessarias.

El


Estampa 17. Tomo 5.
Folio 244.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.

se los perpendiculos à la 7A del modo ordinario: luego del centro C, por las divisiones de la 7A, descrivanse quadrantes de circulo, que seràn los vestigios orizontales de los ordenes de las piedras: Sean AG, GH los espacios, que ocupan dos escalones, cuya altura sea la linea K: Tirense vltimamente las cuerdas AH, KL, &c. y con esto se passarà à trazar las plantillas, como se sigue.

1. Las frentes de las piedras, ò paramentos tienen sus plantillas en el arco AD. Para trazar lás otras plantillas, es menester hazer primero para cada piedra vna preparacion del modo siguiente.

2. Para la piedra AF se tirarà en el num. 2. la recta HA, igual à la HA del num. 1. y en ella se notarà la ON, igual à la ON del num. 1. de suerte, que los excessos NA, OH queden iguales: señalense estas dos lineas en vna misma, por estàr en la obra en vn mismo plano: levantense las perpendiculares AQ, NR, iguales à la linea K, altura de la grada, y tirense los lados inclinados HQ, OR. Tomese del num. 1. la perpendicular PF, y pongase en el num. 2. sobre la ON perpendicularmente de qualquiera punto E, y serà la EP: hagase la MP paralela à HA, è igual à la MP del num. 1. levantese la P8. perpendicular à MP, è igual à la linea K: juntese la recta M8. y tirese à ella la perpendicular R5. tirese la paralela LK igual à su correspondiente en el num. 1. y distante de la HA, toda la NK igual à la KX del num. 1. hagase la perpendicular K9. igual à la altura K de la grada: tirese el lado inclinado L9. y esta serà la preparacion para la primera piedra.

3. Para la segunda piedra F5. se tirarà aparte en el num. 3. la MP igual, à la del num. 1. y sobre ella, en distancia de la VX igual à la del num. 1. se tirarà la paralela LK, igual tambien à su correspondiente: luego se tirarà la 2. 3. igual à la 2. 3. del num. 1. y distante de la MP, quanto es la EE, igual à la TN del num. 1. vltimamente tirese la paralela ZY igual a la ZY su correspondiente en el num. 1. distante de la MP, quanto es la 9. 5.

del

del num. 1. levanteſe al cabo de cada vna de eſtas quatro lineas, vna recta perpendicular, igual à la linea K; y tirando como antes los lados inclinados, quedarà hecha la preparacion para la ſegunda piedra.

4. Para la tercera piedra D5. ſe tirarà en el num. 4. la linea 3. 2. igual à ſu correſpondiente, num. 1. y ſe harà la paralela 8. 7. igual à la 8. 7. del num. 1. y diſtante de la 3. 2. quanto es la 3D del num. 1. luego ſe harà la otra paralela ZY, igual à ſu correſpondiente, y diſtante de la 3. 2. ſegun la 4. 5. del num. 1. ponganſe à cada vna de las tres lineas las perpendiculares iguales à K, y tirenſe los lados inclinados, formando los triangulos que ſe vèn en el num. 4.

Hechas eſtas preparaciones, ſe trazaràn las plantillas en eſta forma; y empezemos por la piedra FA. La plantilla para el lecho de NA, ſe formarà tirando en el num. 5. la HQ, igual à la del num. 2. y levantando en medio la perpendicular dg, igual à la gd del num. 1. ſe tirarà la OR, igual à la del num. 2. cuidando ſean gR, gO iguales, y el trapecio OQ, ſerà la plantilla del lecho NA, que no ſerà llana, ſi algo garceada, como lo indica el cortarſe las HQ, OR del num. 2.

De la miſma manera ſe harà la plantilla para la concavidad FN, tirando en el num. 6. la recta OR, igual à la del num. 2. y levantando la perpendicular R5. igual à la del num. 2. y haziendo la 5M, y 5. 8. que ſean vna paralela à la OR, è iguales à las del miſmo num. 2. quedarà hecha la plantilla.

La del lecho de FX, ſe harà como la plantilla para el lecho NA, tirando paralelas las lineas M8. L9. del num. 2. diſtantes entre sì quanto diſtan las del lecho del num. 5. De eſta miſma ſuerte ſe haràn las plantillas para las demàs piedras, vſando de ſus preparaciones proprias: eſto es, para la piedra F5. ſe tomaràn los lados del num. 3. y para la ſiguiente, del num. 4.

Para tornear las piedras, aſsi las que forman el vacìo, ù ojo del caracol, como lo que termina en la pared, ſe cortaràn las cerchas como ſe ſigue.

Veafe la figura 80. en la qual el femicirculo A7B es lo concabo que forman las paredes que contienen el caracol; y el femicirculo IHP, es el que forma el ojo, ò vacio: las lineas CL, EM, &c. fon la planta de los efcalones: De los puntos I, L, M, &c. levantenfe perpendiculares à la AB indefinidas, y en ellas fe feñalarà la altura de los efcalones, en efta forma: La 3. 6. ferà igual à la altura de vn efcalòn: en 5. 8. fe pondràn dos alturas: en 7. x. tres; y afsi confecutivamente; y guiando vna linea curva por los puntos 9.6.8. &c. fervirà para cortar la farcha, que ha de fervir para moldear las piedras por la parte que forman el ojo, como luego verèmos.

Afsimifmo, de los puntos A, C, E, &c. fe levantaràn perpendiculares; y tomando en la que fube de B, la SR igual à la altura de vn efcalòn; y en la figuiente, la altura de dos; y en la tercera hafta G, la mifma altura, fe continuarà vn cierto perfil de los efcalones, como fe vè en la figura: determinefe defpues la GI, igual à lo que difta lo concabo de la boveda junto à la pared, de los efcalones, y efta diftancia fe pondrà en QX, y en todas las demàs perpendiculares; y guiando por los puntos feñalados la curva ZIX, fervirà para cortar la cercha, que ha de fervir para moldear las piedras por donde vnen con la pared.

El modo de cortar eftas cerchas es facil, porque dandole à la madera la mifma peripheria FD, ò cavandola, fegun ella orizontalmente fe le darà en el cabo F la altura igual à II; y en el otro la de 44. y afferrandola fegun la linea I4. quedarà formada la cercha: de la mifma manera fe formaràn las de la concavidad del ojo, dandoles la curvatura orizontal propria de efte, como la NO; y levantando en fus extremidades las perpendiculares 5. 8. y 3. 6. y cortando fegun la 8. 6.

Adviertafe lo 1. que para mayor firmeza de la obra convendrà mucho que las juntas de vnas piedras vengan en medio de las otras piedras, como en otras ocafiones fe ha advertido. 2. Cuidefe que el primer orden de piedras, que afsienta fobre el fuelo, efte firme de fuerte, que no puedan ellas retro-

treceder; y que el vltimo de arriba se refirme contra la pared con vn arco, ò boveda, porque de otra suerte, quedando por aquella parte sin arrimo correria algun riesgo.

Asi como en el caracol que se ha delineado es la planta circular, puede ser oval, ò elyptica; puede tambien el caracol circular, ò elyptico formarse dentro de vn paralelepipedo; asi como los sobredichos se encierran en vn cilindro; y porque las operaciones son las mismas, y se executan con el mismo orden, y reglas arriba dichas, no me detengo mas en este punto.

PROP. VII. Problema.

Fabricar vna escalera quadrada con bueltas à nivel, suspensa por la parte interior en el ayre. fig. 81.

SEA el quadrado ABCD el ambito interior de las paredes, donde se ha de fabricar la escalera; y determinada su amplitud AL, segun la propos. 4. se notaràn en los quatro angulos las distancias ID, DM, &c. iguales à AL, y tirando las paralelas quedarà formada la planta, en quien los quadrados AE, DF, BH, GC, son las plantas de los descansos, ò mesas; y los quadrilongos EI, &c. son las plantas orizontales de los buelos; y el quadrado HF, serà el vacìo de la escalera; y porque en cada buelo ha de aver, por exemplo, siete escalones, cada vno de medio pie de alto, se tirarà la LK, en derechura de EL de tres pies, y medio, que es la altura de todos juntos: Tirese la KI, que representarà la inclinacion de los grados; y la linea NK, paralela à AL, que serà el lado del descanso: determinese la KO, craficie de las piedras, y tirense las paralelas à las NK, KI: Hecho esto, escojase qualquiera centro V: dividanse las NK, KI, arbitrariamente en sus piedras, y de las divisiones tirense las juntas al centro V, y quedarà trazada la buelta, y ramo de la escalera, cuya firmeza proviene de ser NKI, como vn arco à nivèl, ò adintelado.

De la misma suerte se formarà el otro ramo, cuya planta es QH, que empezarà à mover de sobre la NK, correspondiente à su vestigio, ò planta QE. Las plantillas

llas para los paramentos se vèn formadas en PKOI, las demàs se haràn facilmente por las reglas dadas en el lib. 2. propos. 6. de los arcos à nivèl, que por ser cosa facil no repito; pero se ha de advertir lo primero, que en KO no ha de aver junta, sì que vnas mismas piedras han de ser comunes al ramo, y al descanso. Lo segundo, que las paredes han de ser bien firmes, y de competente craficie, por ser grande el empujo de estas bueltas: Y lo tercero, que las piedras extremas, como TP, y RS, han de entrar en la pared, para lo qual se formaràn en ella los Salmeres, ò ensarchados, que se vèn en la figura.

Tambien se le puede dàr curvatura al arco, ò ramo KORS, como verèmos en la propos. siguiente, donde descrivirèmos otro modo de escalera mucho mejor que el sobredicho.

PROP. VIII. Problema.

Formar vna escalera como la sobredicha con bueltas que formen Arista. fig. 82.

EL siguiente modo de formar semejantes escaleras, es el mas frequente, y aunque sus cortes sean mas dificultosos, pero es mucho mayor su magestad, y hermosura, y aun mayor la seguridad de su fabrica.

Sea, pues, el quadrado ABCD su planta, que se dispondrà como la precedente. Sea RS de tres pies, y medio, que es la altura de siete gradas de à medio pie; y con esto, por ser quatro los ramos, distarà el vno del otro, que le corresponde encima, lo bastante para desahogo de la escalera: Del punto C, como centro, ò otro elegido à prudencia del Architecto, con la distancia CS, descrivase el arco PSN, y otro IO, distante vn palmo, ò vn pie del sobredicho; y quedarà formado vn buelo de la escalera, que se dividirà en sus piedras, encaminando las juntas al centro C: luego se descrivirà el arco MS, que de tal suerte toque en S, que aunque prosiguiesse no cortasse al arco SN, el qual se dividirà en las partes que pareciere en 1. y 2. Tirense los perpendiculos de dichas divisiones à la

AR,

AR, continuandoles hasta la diagonal AE, de donde se tiraràn las 3. 3. 4. 4. paralelas à TE; y assimismo tirense los perpendiculos de las divisiones del arco SZ à la RX, prolongandolas hasta la EF; y quedarà formada la planta, y perfil de vn buelo de la escalera, de donde se podran sacar las plantillas para labrar las piedras, como se sigue.

1. Las de los paramentos estàn yà hechas en el perfil IPNO. Para trazar las demàs se ha de suponer, que esta buelta suele ser embocinada: esto es, por la parte correspondiente à la EF tiene mayor altura sobre la dicha linea, que tiene el arco PSZ sobre la ARX; con que las juntas, cuyas Ichnographias son 6. 7. 9. 10. &c. han de ser algo mayores que estas, por ser inclinadas: con que primero serà menester sacar estos lados inclinados en la forma siguiente.

2. Tirese aparte en el num. 2. la linea 6. 7. igual à la 6. 7. del num. 1, levantese la perpendicular 6. 5. igual à la del num. 1. y la 7. Q igual à la altura, que segun voluntad del Artifice ha de tener la buelta por el lado correspondiente sobre la EF; y la Q 5. serà el lado inclinado; y assi de las demàs.

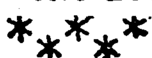
3. Para formar las plantillas de los lechos, se obrarà assi: Sirva de exemplo el que corresponde à la junta 5X: tirese aparte en el num. 3. la 5X, igual à la sobredicha: hagase el angulo Q5X igual al angulo Q56. del num. 2. y haziendo la Q5. igual al lado inclinado Q5. de dicho num. 2. y tirando la XM igual, y paralela à la 5Q, el quadrilatero QX serà la plantilla de aquel lecho: y porque se acostumbra dàr tambien curvatura à la concavidad de esta buelta à prudencia del Artifice, formando como pechina, se les darà à los lados Q5. MX la dicha curvatura con vna cercha, como se vè en el numero 3.

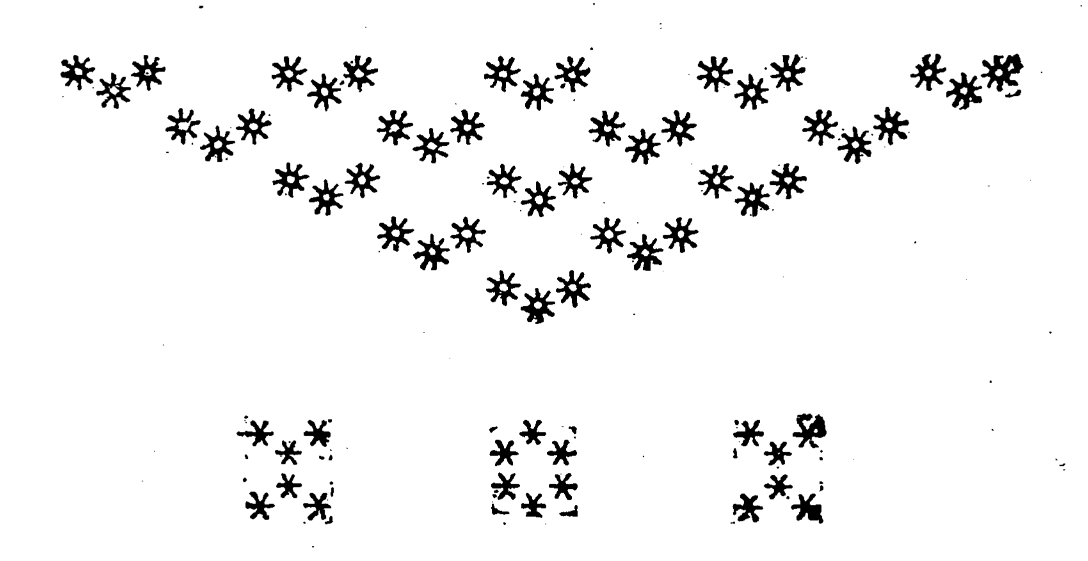
4. Para hazer las plantillas de las concavidades, se obrarà en esta forma: Pidese la de la concavidad 5. 8. tirese aparte en el num. 4. la 5. 8. igual à la sobredicha subtensa del num. 1. levantese la perpendicular 5Q, igual al lado inclinado 5Q del num. 2. y la paralela 8S igual al

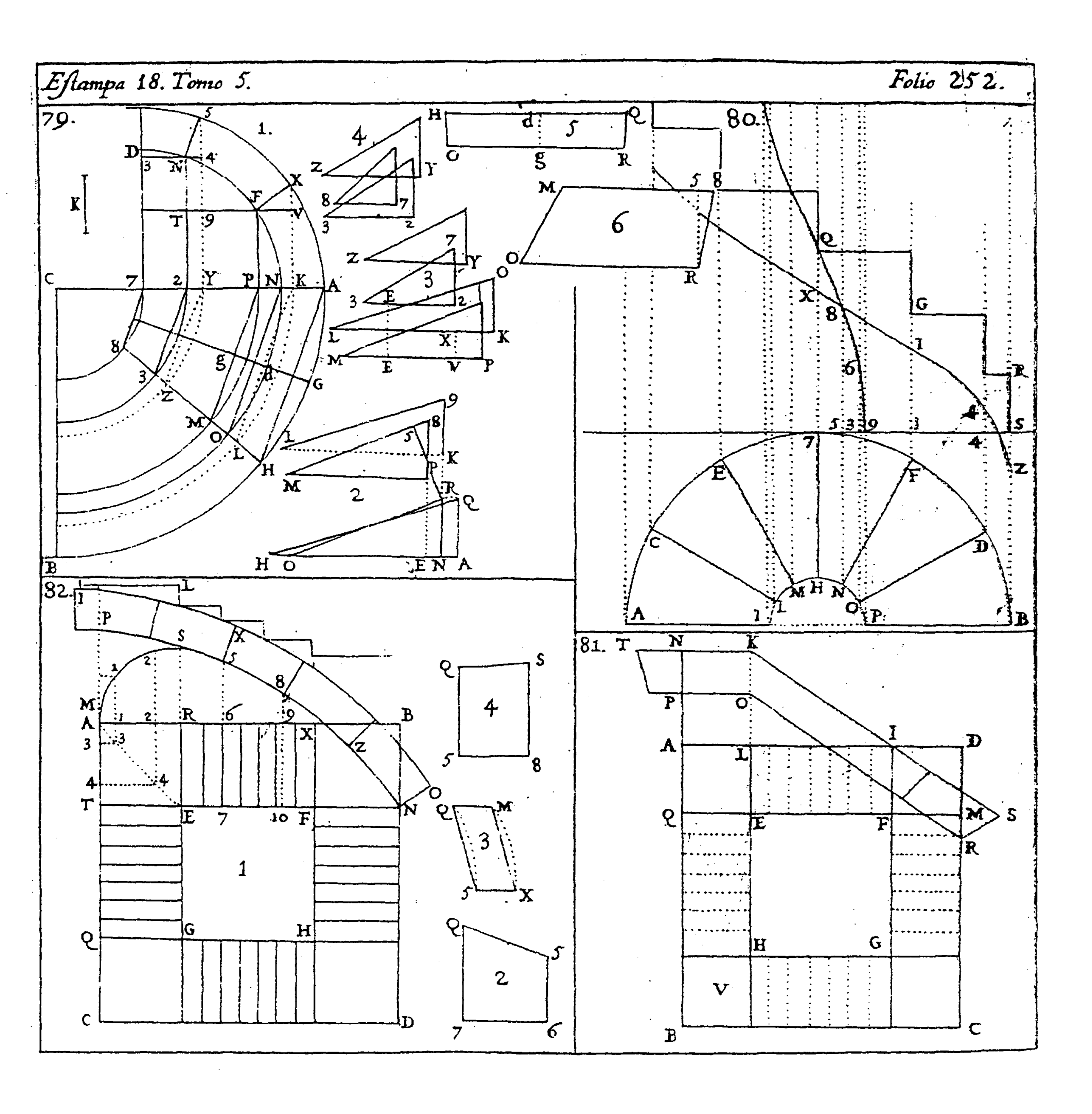
la-

lado inclinado ſu correſpondiente, que ſe ſupone hallado en la miſma forma que ſe hallò el Q5: y tirando la QS, quedarà hecha la plantilla: advirtiendo, que à la piedra ſe le ha de dàr deſpues la curvatura, aplicando al lado 5. 8. vna cercha ajuſtada à la curvatura 5. 8. del num. 1. y à los lados 5Q, 8S otra cercha igual à la curvatura 5Q del num. 2. y aſsi de las demàs piedras.

5. Sòlo falta explicar el modo de trazar las plantillas para las piedras que componen la porcion MS con ſu ariſta, cuyas Ichnographias eſtàn en el quadrado TR, las quales ſe haràn con las miſmas reglas que ſe dieron en la Prop. 4. lib. 4. para las bueltas por ariſta: advirtiendo, que en lo correſpondiente al triangulo ARE ſe guarda la montea, y curvatura AS; pero en la que corresponde al triangulo ATE ſe obſerva la montea NZS, por empezar el ſegundo buelo de la eſcalera à mover en correſpondencia ſobre la TE con la dicha curvatura NZS, que corriendo por ſobre el paralelogramo TG, forma el otro deſcanſo ſobre el quadrado CG: y por quedar eſto baſtantemente explicado en la Propoſicion citada, no me detengo mas en ello, poniendo aqui el fin de eſte Tratado.






Estampa 18. Tomo 5.
Folio 252.
79.
80.
81.
82.